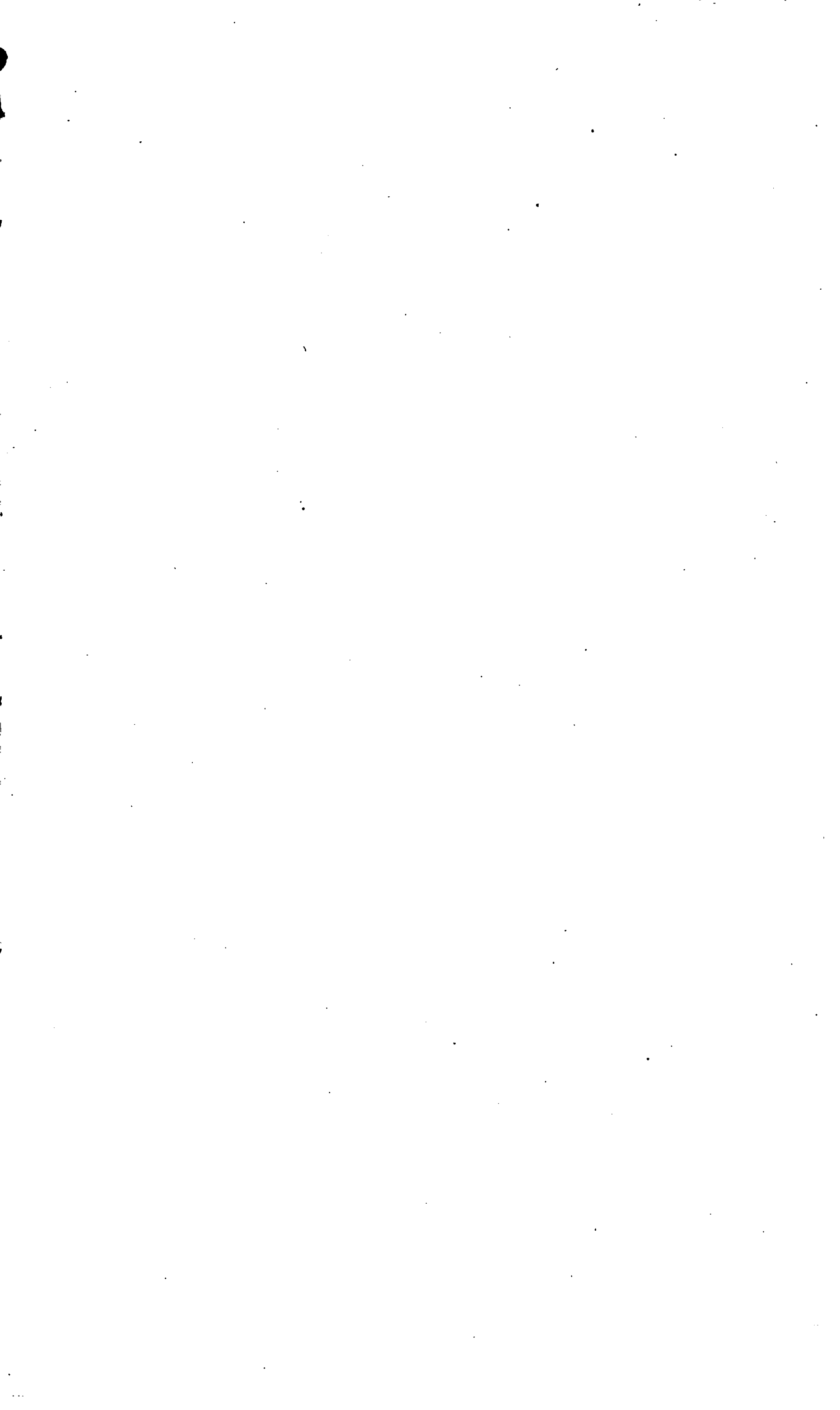






Die Naturwissenschaften

der

letzten funfzig Jahre

und ihr

Einfluß auf das Menschenleben.

In Briefen an Gebildete aller Stände

von

Prof. Dr. med. Klencke,

Mitgliede der Kaiserl. Leopoldinischen Akademie der Naturforscher, der Kaiserl. Societäten zu St. Petersburg und Wien, der Königl. Preuß. Akademie der gemeinnützigen Wissenschaften, der Societäten zu Athen, Anvers, Göttingen, Wetterau, Dresden, Hamburg — Ehrenmitgliede des ärztlichen Regierungsbezirksvereins zu Düsseldorf, des deutschen Vereins der Thierärzte ꝛc.

Leipzig,
Eduard Kummer.
1854.

Motto:

Wirke, soviel Du willst, Du wirst doch ewig allein stehn,
Bis an das All die Natur Dich, die gewaltige, knüpft.

Schiller.

Druck von C. E. Elbert in Leipzig.

Inhaltsverzeichniß.

Vorwort und Einleitung.

Dieses Buch kündigt sich als eine Reihe öffentlicher Briefe an das gebildete Publicum an und adressirt sich an alle Stände. — Wenn je eine Wissenschaft die Aufgabe hat, den Isisdienst priesterlicher Geheimnisse zu verlassen, den Vorhang des Tempels vor aller Welt zu lüften und Eigenthum des gesammten Volkes zu werden, so ist es die Naturwissenschaft dieses begonnenen und bis zur Hälfte durchlebten Jahrhunderts, welche ganz und gar in ihrer gesunden Fortentwickelung die Richtung in das praktische Leben genommen und nicht nur an die Stubenthür des gebildeten Liebhabers der Natur, sondern, mit ihren unabweisbaren und nützlichen Resultaten auch an das Bürgerhaus geklopft und Einlaß von jedem verständigen, aufgeklärten Gewerbtreibenden gefordert hat. Und sie ist nicht nur eingelassen, sondern schnell eine, Arbeitssinn und Wohlhabenheit fördernde Vertraute, ein Glied des Haushaltes, eine unentbehrliche Rathgeberin bei den größten und kleinsten Fragen der alltäglichen Lebensökonomie und menschlichen Unternehmungen geworden. In unserer Zeit kann sich kein praktischer Mensch mehr den Einflüssen der Naturwissenschaft entziehen, Tausende handeln nach ihren Vorschriften und Lehren, ohne einmal daran zu denken, daß alles von ihr

kommt und sie es ist, wenn der Mensch von einer praktischen, erfolgreichen Unternehmung sagt: daß er nach dem heutigen Zeitgebrauche den Acker bestellt, eine gute Frucht erzielt, ein Fabrikat aus neuen Stoffen oder mit geringeren Kosten und reicherem Ertrage hergestellt, in seinem Haushalte oder Gewerbe sich Vortheile gemacht und sich selbst froh und gesund erhalten habe. — Bis in das innerste Familienleben sowol, wie in die Bevölkerung ganzer Weltgegenden hat die still und zuversichtlich wirkende Naturwissenschaft ihre gabereichen Kinder der Erfahrung und verständigen Forschung ausgesandt, um überall und bei jeder Gelegenheit den Menschen in den Stand zu setzen, die reale Welt in ihren Erscheinungen richtig anzuschauen, in den Wandlungen der Körper die Gesetze zu finden und die gewaltigen, einst drohenden und gefürchteten Naturkräfte zu vertrauten, dienstbaren Gehülfen menschlichen Geistes, Wollens und Schaffens zu machen.

Das vermochte die Naturwissenschaft, namentlich in unserem deutschen Vaterlande, noch vor funfzig Jahren nicht — sie war im vorigen Jahrhundert noch ein mysteriöses Priestergeheimniß der Naturforscher, welche in mathematischen Formeln redeten, die populäre Sprache unter ihrer Würde hielten, in mächtigen Laboratorien die Naturkräfte mit Vorurtheilen zu enträthseln oder gar zu beschwören versuchten; die Resultate blieben in den Studirstuben, Laboratorien und Büchern liegen, das Volk verstand und erfuhr nichts davon und der gebildete Freund der Natur ergötzte sich an den äußeren Erscheinungen derselben, oder vertiefte sich mit beschränktem Gesichtskreise in einen Gegenstand, dessen Erforschung nur gelehrte Freude, aber keinen praktischen Nutzen für das Leben einbrachte, während einige große Entdeckungen hervorragender Geister nur den Eingeweiheten verständlich wurden, aber der Sinn für nutzbare Anwendung auf das Menschenleben dabei schlummerte.

Nicht die Menschen haben sich seitdem verändert, sie sind

noch ebenso wie damals, zu Vorurtheilen bereit, zur Gleichgiltigkeit und Trägheit, zu Mißtrauen gegen das Neue und zur Anhänglichkeit an die alte Gewohnheit geneigt — aber die Naturwissenschaft ist es, die sich seitdem verändert und emancipirt hat. Sie ist eine Macht geworden, die das Leben beherrscht. Nicht mehr gleicht sie einem breiten, anmuthigen und ruhig dahinfließenden Strome, welcher durch seinen blauen, durchsichtigen Wasserspiegel und seine malerischen Ufer den Müßigen einladet, näher zu kommen und in seiner blauen Tiefe zu fischen oder die üppigen Uferpflanzen, die bunten Muscheln und die schönen Fernsichten zu suchen; — die Naturwissenschaft ist ein wahrhafter Lebensstrom des Jahrhunderts geworden, den Jeder durchschneiden, dem sich Jeder anvertrauen und mit dem Jeglicher bekannt sein, fortschiffen und fortrudern muß, wer nur irgend mit dem Leben weiterkommen und nicht an verlassener Stätte zurückbleiben, oder an Verkehr, Zeit und Wohlstand verlieren will. —

Das hat aber seine wichtigen Gründe in der Naturwissenschaft selbst. — Die damit vertrauten Forscher, welche sich, mit dem Laufe und unter den Einflüssen der Zeit, losgesagt hatten von der Speculation und Philosophie der Natur, wurden bei ihrem beobachtenden, vergleichenden und experimentirenden Streben nach realer Erkenntniß der Erscheinungswelt von Resultaten überrascht, welche ihre praktische Anwendung nicht mehr im Auditorium oder Studirstübchen zuließen, sondern auf das Leben hinwiesen, um demselben nützlich zu werden und Vortheile zu gewähren, welche der Cultur und Lebensweise eine ganz neue Richtung und Gestalt zu geben verhießen. Die Auffindung von den Ursachen und Bedingungen der Naturkräfte, die Zurückführung der Erscheinungen und Bewegungen der Körperwelt auf unumstößliche Gesetze erweiterten den Blick des Menschen und ließen ihn Vortheile erkennen, die er durch neue Stoffe, neue Kräfte, neue Producte der Natur und des Fleißes, in einer

langen Reihe von praktischen und technischen Nutzanwendungen und Fabrikaten, in das tägliche Bedürfen und Schaffen der Völker einzuführen lernte. Was früher Menschenhände nur mit Kraft- und Kostenaufwand oder in langer Zeitdauer herzustellen vermochten, das lehrte die Naturwissenschaft in kürzester Zeit durch Dienstbarmachung allgemeiner Naturkräfte produciren; dieselben Kräfte, welche die Schöpfung hervorbrachten und sie in ihrer allmächtigen Größe erhalten, beugten sich nun vor dem menschlichen Geiste, dem Erdengotte, um ihm in seinem kleinen irdischen Lebenshaushalte zu dienen und Nutzen zu leisten — der eingeweihete, die Natur begreifende Mensch gewann dadurch Vortheile und Lebensgüter, die der noch als Fremdling vor der Naturkenntniß stehende Nebenmensch anstaunte, und indem er mit dem Ersteren concurriren wollte und mußte, wenn er nicht zu Grunde gehen sollte, griff auch er nach der Gelegenheit, den Naturgesetzen ein Verständniß abzugewinnen.

So war die Concurrenz, welche sich um den irdischen Vortheil dreht, die hauptsächlichste Triebfeder, daß die Naturwissenschaft vom Volke gesucht, als eine unentbehrliche Geschäftsfreundin willkommen geheißen und in das praktische Leben dieses Jahrhunderts übergeführt wurde.

Alsbald aber fühlte der Gebildete, welcher, fern von der Technik, seinem Berufe lebte, die Nothwendigkeit, sich gleichfalls um die Naturwissenschaft zu bekümmern — nicht aus Liebhaberei, vornehmem Dilettantismus, sondern wirklich aus Bedürfniß. Der Staatsdiener, der Jurist, der Bureaukrat, Edelmann und Geldmensch fühlten sich unbehaglich und gedrückt, wenn sie den Oekonomen, den Fabrikanten oder kleinen, bürgerlichen Handwerksmann von Naturkräften, neuen Anwendungen derselben, von neuen Naturproducten und Arbeitsmaschinen, chemischen Processen oder größeren Gewinnen durch neue Productionsweisen reden hörten und nichts davon verstanden — sie schämten sich, wenn sie von Jemand um eine Erklärung der Dampfmaschine,

der Zuckerfabrikation, der Schnellessigbildung, des Gaslichtes, der Streichzündhölzchen oder der elektrischen Telegraphen gefragt wurden, sie fühlten sich gewissermaßen wie unmündige Kinder, wenn sie auf der Eisenbahn dahin fuhren, an einer Fabrik vorübergingen, wo, statt Menschenhände, Naturkräfte, gezügelt vom Geiste der Zeit, nach planmäßiger Ordnung für den menschlichen Haushalt arbeiten und den Esel in der Mühle ersetzen mußten — sie fühlten sich befangen und unzurechnungsfähig, wenn sie eine Depesche auf das Telegraphenbureau brachten, den Apparat anstaunten und nicht begriffen, wie ihre Gedanken schon in wenigen Secunden an einem sechzig Meilen entfernten Orte von einer bewußtlosen Maschine auf das Papier bereits übertragen wurden.

So und durch unzählige andere Gelegenheiten und Begegnisse des Lebens erwachte in jedem Gebildeten der Drang nach Einsicht in die Natur, nach Belehrung und Verständniß, um sich nicht sagen und zu eigenem Erröthen eingestehen zu müssen, daß man sich gebildet nenne und doch außerhalb der Grenzen einer Erkenntniß stehe, welche die Bildung unserer Zeit grade fordert, weil sie für das vernünftige Leben durchaus unentbehrlich geworden ist. —

Ich sage: „Bildung unserer Zeit“ — denn sie ist eine durchweg reale, und damit himmelweit verschieden von der Bildung vor funfzig Jahren. — Damals nannte man einen Menschen gebildet, wenn er „Humaniora“ getrieben hatte, Latein, Griechisch, Französisch, Geschichte, Aesthetik und die ganze Literatur der schönen Empfindungen, und vielleicht soviel Mathematik, um ein Dreieck aus gegebenen Linien zusammensetzen zu können; man kannte genau die Platanen, unter denen Plato lehrte, aber wußte auf der Stadtpromenade die Platane nicht von einem Lindenbaume, geschweige von einem Ahornbaume zu unterscheiden, man redete sentimental von den Kranichen des Ibicus und fragte, wenn auf freiem Felde ein

Kranichzug über die Köpfe hinflog, was für Vögel das seien — man eiferte gegen den Aberglauben und feurige Geistererscheinungen in damaliger Aufklärungssucht und erschrak vor einer plötzlich flammenden Luft oder dem elektrischen Glühen der eigenen Rockknöpfe, oder der plötzlichen Verwandlung eines Stoffes in einen ganz anderen mit entgegengesetzten Eigenschaften — man schmückte den wintergrünen Weihnachtsbaum, ohne zu wissen, ob man eine Tanne oder Fichte vor sich habe; man schlürfte im ästhetischen Bildungskreise den grünen Thee und wußte nicht, daß man eine nur halb entgiftete, narcotische Giftpflanze genoß. — Der classisch Gebildete, der philosophische Schulmann, der Hof-, Acten- und Geldmensch gingen mit hochmüthigem Dünkel verächtlich an der Naturerklärung vorbei und ließen sich nur gelegentlich deren angenehme Erscheinungen, wie Blumen, Nachtigall, Regenbogen, edles Metall u. s. w. gefallen, der extreme Theologe verdammte die Naturwissenschaft, weil sie in ihren Angaben gegen den Glauben streite und eigentlich nur ein Wissen von des Teufels Machwerk sei; der feine anständige Mann rümpfte die Nase und meinte, wie die Naturkenntniß mit zur Bildung gehören könne, da der Mist eine so große Rolle in der Pflanzen- und Thierwelt spiele? — eine gelegentliche Frage über die Natur bekam die Antwort: „das muß der Apotheker, der Doctor, der Magnetiseur wissen, was gehts uns an!" —

Das war die Bildung bis vor funfzig Jahren — und wenn auch heute noch einzelne Stimmen, namentlich geistliche, gegen die Macht der Naturwissenschaft eifern oder den Kenner der Natur wegen seiner niedern Beschäftigung bedauern, so ist das nicht mehr Zeitstimme, sondern Wahnsinn. —

Es ist seit den letzten funfzig Jahren eine reale, praktische Bildung die vorherrschende und maßgebende geworden und die Ursachen davon habe ich vorhin im Allgemeinen angedeutet. Dem Drange nach unentbehrlich gewordener Naturerkenntniß

kamen nun auch bald die Männer des Faches bereitwillig entgegen — während früher kein Lehrer der Naturkenntniß über die Grenze seines gelehrten Auditoriums hinaus zum Volke redete und vielmehr die ganze sogenannte Naturforschung ein wahrhafter Isisdienst der Priestergeheimnisse war, wo der Fachmann es unter seiner Würde hielt, populär zu reden, zu lehren und zu schreiben und die Resultate der Naturwissenschaft nicht in das Leben gebracht, sondern als Cabinetstücke hinter Schloß und Riegel aufbewahrt wurden, wo sie dem Besitzer zur Ehre und dem fachkundigen, ausnahmsweise zugelassenen Beschauer zur stillen, verschwiegenen Freude gereichten, ist jetzt grade das entgegengesetzte Streben der Naturforscher an der Tagesordnung. Die berühmtesten Autoritäten, denen die Naturwissenschaft grade ihre segensreiche Reform verdankt, traten mit ihrem Wissen heraus auf den Markt des öffentlichen Lebens, sprachen und schrieben populär für Jedermann, überlieferten uneigennützig ihre Entdeckungen und die daran geknüpften praktischen Erfolge dem Volke als Gemeingut der Bildung und Cultur, suchten den technischen Arbeiter auf, um ihn zu unterweisen, wie er seine Arbeitskräfte vervielfältigen, seine Producte reicher, mannigfaltiger und besser herstellen und die Naturthätigkeit zum treuen Knechte menschlichen Haushaltes und Wohlstandes machen könne — sie belehrten das Volk von seinen eigenen Bedingungen des gesunden und glücklichen Daseins, wiesen für Ernährung und Zusammenleben, für das Verhältniß des Menschen zum Erdboden und der Schöpfung überhaupt die realen Gesetze nach, übten, indem sie neue Einflüsse der Natur auf die Menschheit leiteten, und zwischen Geist und Körper, Leben und Cultur, Erkenntniß und Freiheit, Naturfreundschaft und Glück die reellen Ursachen und Wirkungen nachwiesen, eine Reform auf Lebensweise und Sitte der Völker aus, gründeten auf neue Anschauungen und Thatsachen eine Reihe neuer Verhältnisse, Erwerbstriebe, Ansichten und Unternehmungen und wurden endlich, durch freie

Ueberlieferung der Naturwissenschaft an das Volk, die vermittelnden Urheber einer neuen, verständigen und praktischen Richtung, welche, indem sie von der Natur die ewige Gesetzmäßigkeit zwischen Ursache und Wirkung, Leben und Nothwendigkeit erfuhr, nun auch die sittlichen Zustände der Völker förderte und klärte.

Das kann nicht oft und laut genug nachgewiesen und in die Welt gerufen werden — durch das Naturgesetz wurde das Sittengesetz der Menschheit zum vollen Bewußtsein gebracht, und aus dem blinden Glauben in das Bereich der vernünftigen Anschauung und Praxis geführt. — Das freilich wollen Diejenigen nicht anerkennen, welche, obgleich selbst ein Glied und Product der Natur, an deren Erscheinungen mit todten Sinnen vorüberschreiten, ohne weiter darüber nachzudenken und mehr darin zu erblicken, als eine Scenerie und einen wechselnden Hintergrund ihres handelnden Schauplatzes. So stehen und wandeln sie auf der Bühne ihres Egoismus wie der Schauspieler zwischen seinen Coulissen. —

Ein unbegreiflicher Unsinn hat sich in unserer Zeit in die Köpfe mancher Menschen eingenistet, welche sich zu den Gebildeten rechnen. Wenn es nicht Eifersucht gegen die umsichgreifende und nach Weltherrschaft drängende Naturwissenschaft ist, wie ja jeder wachsenden Macht eine Conspiration oder das beleidigte Particularinteresse feindlich nachschleicht, so ist die Opposition gegen die täglich mehr und weiter in das Volksleben eingreifende und segenspendende Naturwissenschaft ein Räthsel, wenn sonst vernünftig genannte Menschen sich ihr anschließen.

Hören wir zunächst die Anklage. — Der grämliche und über classischem Schweinsleder leberkrank gewordene Philolog sieht mit Verdruß, daß seine Schüler von der Natur mehr angezogen werden, als von dem Cornelius Nepos, daß sie den Lehrer der Naturgeschichte, der Physik oder Chemie willkommener

heißen, als ihn mit dem Glossarium und grammatikalischen Exercitium unter dem Arme — der Geistliche des heiligen Wortes hört mit Entsetzen, wie sein Religionsschüler ihm keck betheuert, daß der Zeitraum zwischen dem ersten und zweiten, oder zweiten und dritten Schöpfungstage mindestens hunderttausend Jahre gedauert haben müsse und wie sich der junge Geolog dabei mit behaglichem Stolze auf Alexander von Humboldt und Leopold von Buch beruft — er hört ferner den Religionsschüler seinem Nachbar zuflüstern, daß die blutige Färbung des Meeres von kleinen Infusionsthierchen und das trockenen Fußes geschehene Durchschreiten eines Gewässers während der Ebbe oder der hydrostatischen Ableitung unterirdischer Wasserströmungen statt- gefunden haben könne — was ist da leichter, als Opposition der Philologen und Geistlichen? — Man erblickt in der Natur- wissenschaft eine Quelle gefährlicher Aufklärung, die an den alten, zu Lehrsätzen erhobenen Ueberlieferungen irre und dadurch im jüngeren Gemüthe einen Realismus einheimisch macht, der die unmittelbare religiöse Hingebung an das Dogma der Kirche stört. Diese Anklage hat scheinbar etwas für sich und nur diese angedeuteten Motive können für den ersten Augenblick zur Entschuldigung dienen, wenn mir ein berühmter Oberschulrath gesprächsweise erklärte, daß er an den Gymnasien die Natur- wissenschaften nur dem Namen nach lehren, aber möglichst be- schränken lasse, indem sie nicht nur die Zeit zu classischen Studien beeinträchtigten, sondern auch dem Glauben nachtheilig würden; deshalb beauftrage er damit nur Lehrer der Mathematik, die von der Natur nicht mehr zu lehren wüßten, als was sie vor der Unterrichtsstunde selbst erst auswendig gelernt hätten. Ist denn die Naturwissenschaft wirklich eine Feindin der Religion? Fragen wir zunächst was Religion ist? Ich habe nicht theologische Kenntniß genug, um diese Frage dogmatisch oder schulmäßig zu beantworten, sondern vermag nur als vernünftiger Beobachter der Welt, meines eigenen Wesens und in unerschütterlicher

Ueberzeugung von den Wahrheiten der christlichen Glaubens- und Sittenlehre Antwort zu geben. — Ich verstehe unter Religion die Lehre und die im Gemüthe heimische, gläubige Zuversicht von dem wahrhaftigen Verhältnisse Gottes zur Menschheit und Welt und von den daraus hervorgehenden sittlichen Bedingungen der Lebenswahrheit, Lebensglückseligkeit und Ewigkeit. Was will aber nun die Naturwissenschaft? Sie sucht zunächst in den scheinbar zufälligen, wandelbaren, mannigfaltigen und verschiedenen Erscheinungen der Körper, ihren Bewegungen und Zusammensetzungen den inneren gemeinsamen Zusammenhang, die Consequenz von Ursache und Wirkung, das Gesetz, das Wesen der Dinge, die Bedingungen des Seins und Veränderns zu erkennen und trifft hierbei auf eine überraschende, planmäßige, mathematische Ordnung, auf das Walten ewig wirkender, unabänderlicher Gesetze, die im Kleinsten wie im Größesten gleichmäßig und allgegenwärtig thätig sind, und erkennt mit staunender Ehrfurcht, daß alle diese Gesetze, wie sie in physikalischen und chemischen Processen, in mechanischen Bewegungen und tausendfachen Erscheinungen wirksam sich zeigen, ohne alle Willkür, mit einer vernünftig gedachten Planmäßigkeit, mit einem Worte: mit Weisheit geschaffen und ununterbrochen gültig sind. Wer könnte sie aber anders gedacht haben, wer sie durch Jahrtausende in Kraft erhalten als das heilige Wesen, welches die Religion zu verehren und anzubeten lehrt? — Kein anderes Wesen kann diese anzustaunende Kunst und Macht offenbaren, kein böser Geist vermag, im Gegensatze zu Gott, solche Weisheit zu zeigen, solche Gesetze aufrecht zu erhalten, die der Mensch mit Andacht, als Vorbilder seiner eigenen Vernunft, erkennt und deren Befolgung das Leben normal, deren Nutzanwendung das Dasein reich und mächtig macht. — Naturwissenschaft und Religion haben also beide im letzten Grunde mit einem und demselben Wesen zu thun.

Und dennoch sollten sie feindlich sein? — Es kommt aber noch eine andere Seite zur Sprache.

Ein theologisches Dogma lehrt, daß Gott im Anfange die Natur gut und weise geschaffen habe, aber dieselbe durch den Sündenfall der Menschheit in Sünde, Verderben und Ablenkung von Gott gefallen sei. Danach müßte die Natur vor dem Sündenfalle der Menschheit eine andere Gestalt, Combination, Gesetzmäßigkeit und bildende Kraft gehabt haben, als es nachher der Fall wurde. — Dagegen spricht aber nun die Erfahrung der Naturwissenschaft, denn die millionenfältigen, wohlerhaltenen Reste einer Vorwelt von Pflanzen, Thieren und Krystallen, welche lange vor der Erschaffung des Menschen diese Erde lebendig machten, überzeugen uns mit einer augenscheinlichen und handgreiflichen Gewißheit davon, daß vor dem Eintreten des Menschengeschlechts in die Natur die Gesetze der letzteren ganz dieselben, die Bedingungen der Zusammensetzung und Gestaltung, die Ordnung und Planmäßigkeit der Processe und Bewegungen unveränderlich dieselben gewesen sind, wie heutzutage, daß die ersten Menschen selbst ganz so gebildet, von denselben Naturgesetzen ihres Daseins und Erhaltens abhängig gewesen sind, wie jetzt. — Eine Veränderung in der Natur kann also nicht stattgefunden haben, welche ihren göttlichen Ursprung irgend zu verwischen im Stande gewesen wäre. Sünde oder Böses kann aber nur in der geistigen Welt existiren, ein Thier, und wenn es auch den Menschen zerrisse, um ihn zu verspeisen, kann nie sündhaft sein, da es nicht nach freier Wahl der Vernunft handelt und Sünde immer vom freien Willen ausgeht. Der Mensch faßt aber als ein beschränktes Wesen immer nur ein Theilchen der großen Welt auf, das ihm Zunächstliegende oder ihm Begegnende. Je weniger nun der Mensch nach Erkenntniß der Wahrheit strebt, das heißt zu Gott, um so leichter faßt er die Welt und das von ihm überschaute Stückchen Welt falsch und fehlerhaft auf, er sieht

nur das Unzusammenhängende, Zufällige und Planlose, und so erscheint dem vom Lichte der Erkenntniß nicht durchdrungenen Menschen die Natur um so ungöttlicher, je weniger er Gott und Welt begreift und jemehr er selbst verschuldet hat in dem Mangel an Erkenntniß der Wahrheit. Wollen wir aber von einer Erbsünde der Menschen sprechen, so ist es eben die von Menschen selbst verkannte und in ihren ewigen Gesetzen unbeachtete und beleidigte Natur, welche demjenigen Menschen feindlich wird, der sie mißverstand oder in Entartung des schaffenden Bildungsstoffes durch die Schuld seiner Aeltern geboren wurde. — Wenn ein Kind in dem Gifte der Lustseuche, der Scropheln oder anderer körperlichen Erbleiden geboren wird, so trägt es die Sünde seiner Erzeuger in seinem Blute, es wird körperlich und geistig verkümmern. — Hier erscheint die Natur böse, aber sie rächt sich nur für die Uebertretung ihrer Gesetze, denn Wollust, Lustseuche, Scropheln ꝛc. sind in der Natur nichts Normales, sie sind erst durch die Menschheit hineingebracht und überall, zu allen Zeiten zeugen moralische Uebel auch physisches Elend, und so lange hier auf Erden Geist und Leib des Menschen ein sich bedingendes Ganze bilden, kann das Sittengesetz nicht verletzt werden, ohne daß gleichzeitig das Naturgesetz beleidigt wird. Und das letztere ist unversöhnlich in seiner Strafe, denn es folgt allein dem Principe der Nothwendigkeit.

Schon die geschichtliche und tägliche Erfahrung, daß physische und moralische Uebel sich immer gegenseitig bedingen, daß Seuchen, Hungersnoth, zerstörende Gewalten der Natur auch die sittliche Uebertretung der geistigen Ordnung hervorrufen, muß auf einen Parallelismus, ja auf eine Verwandtschaft der Natur- und Sittengesetze leiten und die gemeinschaftliche Quelle ist die Vernunft des Schöpfers. Die orthodoxe Opposition der Naturwissenschaft hebt aber noch ein anderes Argument hervor, um die Ungöttlichkeit der Natur zu beweisen. Sie schildert uns

ein Kind, das von aller menschlich-geistigen und religiösen Erziehung entfernt, nur allein dem Gängelbande der Natur überlassen bleibt; dieses Kind wird roh bleiben, verwildern, wird aller Eigenschaften eines Menschen entbehren, weder von Gott noch Sitte, von Recht und Unrecht erfahren und Thier sein. — Daraus hat man den Beweis ziehen wollen, daß die Natur an sich böse sei, indem sie nicht zu Gott und Moral führe, daß diese erst in dem Menschen zum Bewußtsein kämen, jemehr eine religiöse Erziehung die Natur im Menschen zurückdränge und bekämpfe, daß also die Natur der göttlichen Bestimmung des Menschen entgegenstrebe. —

Es kann nicht leicht eine einseitigere Beweisführung geben, als diese, welche wir leider noch von sonst vernünftigen Theologen der strengen Richtung adoptirt sehen. Ist die Natur wirklich böse und ungöttlich, weil sie etwas nicht vermag und leistet, wozu sie weder Mittel noch Bestimmung erhalten hat? Ist ein Mensch deshalb sündig oder schlecht, weil er in technischen Arbeiten unübertrefflich ist, aber gar keine Fähigkeit hat, einer Erziehungsanstalt vorzustehen? Magst du meinetwegen den Feigenbaum verfluchen, weil er keine Feigen trägt, aber du hast kein vernünftiges Recht, den Eichbaum zu verdammen, wenn Du keine Aepfel daran findest. Der Begriff Sünde oder Böses ist nur in einer Welt der Willensfreiheit denkbar — nur sobald ich Freiheit habe, das Eine oder Andere zu thun, kann ich gut oder schlecht handeln. Die Natur hat keine Freiheit, in ihr ist der erste Anstoß der Naturkräfte einst vom Schöpfer gegeben, aber das große Gesetz ewiger, unabänderlicher Nothwendigkeit, der zur Erscheinung kommende Vernunftzwang des Schöpfungsgedankens hält alles in ununterbrochenem Getriebe von Ursachen und Wirkungen. Mögen chemische Stoffe, mechanische Motive, Licht, Schwere, Elektricität, Wärme 2c. unter einmal bestimmten Bedingungen wirken, so ist der Erfolg, das Product oder das Phänomen immer, zu allen

Zeiten, an allen Orten dasselbe — es muß geschehen, weil die Bedingungen erfüllt werden. Da ist keine Spur von freier Wahl, von Willkür.

Im Menschen vereinigen sich aber nun beide Sphären des Lebens, die Geisterwelt und die Natur, zu dem charakteristischen Geschöpfe, welches mit Bewußtsein in beiden Sphären erkennen und wirken soll. Die Natur ist die Wiege des Menschengeistes, sie ist Dienerin und Pflegerin des ihr anvertrauten Pfandes der Gottheit. Durch die Naturorgane kommt der Menschengeist selbst zum Bewußtsein der Welt und des Daseins. Weiter geht aber die Natur nicht — sie zwingt das organische Leben in ihre Nothwendigkeitsgesetze hinein, aber erwartet still die Freiheit des Individuums, um seiner freien Willenswahl soweit zu dienen, als es ihre eigene Nothwendigkeit und Gesetzlichkeit erlaubt. Wollte die Freiheit dagegen handeln, so würde die Natur sich durch Ursache und Wirkung geltend machen oder strafend zeigen. Diesen geistigen Theil, den wir Vernunft und Freiheit nennen, hat der Mensch nicht von der Natur, sondern direct von der Geisterwelt, wo die Gesetze des Lebens unwiderruflich feststehen, aber freiwillig erfüllt sein wollen, und eben deshalb moralische heißen, wie deren Erfüllung Tugend ist. Eine gezwungene Tugend gibt es nicht. Indem aber die Natur gar nicht den Zweck hat, den Menschen zum sittlichen Wesen zu bilden und zu erziehen, kommt von der anderen Seite der Geist der Menschheit, von Offenbarung, Religion und Vernunfterkenntniß zum Bewußtsein der göttlichen Sittengesetze geweckt, hülf- und liebreich zu dem Kinde, schützt es vor Verwilderung und Thierheit, schließet durch Schule, Kirche und Nächstenliebe den inneren Erkenntnißquell des geistigen Lebens auf, veredelt das Empfinden, Denken und Wollen und verfeinert zugleich die physische Organisation, indem Geist und Natur sich gegenseitig durchdringen, und ihre Gesetze harmonisch ineinander greifen. — Wie kann die Natur dabei böse sein!

Wir haben aber noch eine andere Anklage gegen die Naturwissenschaft zu hören und zwar eine um so bedenklichere, als sie Anhang im Staate gefunden hat. Bekanntlich lehrt die heilige Schrift, daß zur prophetischen Zeit, wo Gott in eine offenbarende Thätigkeit zur Erdenmenschheit getreten war, Ereignisse vorgefallen sind, die auf einer Aufhebung der Naturkräfte und ihrer ewigen Gesetze beruhen mußten, wenn sie als Thatsachen der Glaubensgeschichte bestehen sollen. Mit einem Worte sind es die Wunder, die mit der Naturwissenschaft im offenen Widerspruch sich befinden. Dadurch sind Religion und Naturwissenschaft in einen Conflict miteinander gerathen, der letzterer eine schwierige Stellung in denjenigen Kreisen verschafft hat, wo man vor Staat und Kirche das Wunder als unabläßigen Bestandtheil der Glaubenslehre anerkennen will. Bekanntlich entsprang aus diesem üblen Conflicte die unfriedsame Trennung der Orthodoxie und des Rationalismus, deren gegenseitigen Streit jeder aufrichtige Naturfreund gern als ungeschehen betrachten möchte.

Hören wir ohne irgend eine zelotische Parteistellung und vorbehältlich einer weiteren Ausführung in dem zweiten Briefe dieses Buches — beide Gegensätze in ihren Gründen. Die Orthodoxie behauptet, daß es eine Zeit gegeben habe, in welcher Gott mit seinen Engelscharen in die Erscheinungswelt der Erde offenbarend niedergestiegen sei und als Herr der Welt auch die Naturgesetze zu Dienern seiner Wunderzeichen befohlen habe; man sieht in jener prophetischen und messianischen Zeit ein unmittelbares Vorherrschen der freien Geisterwelt, welche jeder Naturnothwendigkeit Unterwerfung gebot und im Stande ist, falls die Gottheit einmal wieder die Erdenmenschheit durch außerordentliche Mittel und in einem engeren Verkehre zwischen Geisterwelt und Erde erleuchten wollte, noch jederzeit die Naturgesetze aufzuheben im Stande sei. Ich gestehe ein, diese Anschauung ist eine herrliche, tröstende, zu göttlich-heimatlichen Gefühlen

und Hoffnungen erhebende, und glücklich ist Derjenige, welcher in dieser Anschauung durch keine Zweifel getrübt, durch keine Reflexion beunruhigt wird. Die immer tiefer in das praktische Völkerleben sich verbreitende Naturwissenschaft aber hat solche Zweifel und Reflexionen hervorgerufen und, ich leugne es nicht, in manchem ungebildeten, unklaren, irreligiösen oder sittlich zerfahrenen Menschen den Grund zu einem Unglauben, einem Atheismus und einer biblischen Demokratie gelegt, welche zum Verderben führt, indem sie nur in der Natur den Gott und Anfang und Ende aller Dinge sieht, an keine Monarchie der Geister glaubt, Autoritäten anspottet, die Ahnung und das Gottesgefühl verlacht, heilige Symbole der höchsten Angelegenheiten des Menschen zurückweiset, die Unsterblichkeitsverheißungen der Religion durch Analogien aus der organischen Natur widerlegt und dem Verstande allein und zwar egoistisch huldigt.

Ich gestehe ein, daß es unpädagogisch ist, Kindern in der Schule und ungebildeten Menschen die rationellen Aufklärungen der Naturwissenschaften statt der überlieferten Religion darzubieten. Sie empfangen etwas, das sie wol praktisch, aber nicht für ihre Seelenunschuld nützlich machen können. — Das Kind und der Ungebildete dürfen nicht an den höchsten Interessen des Heiles zweifeln, und müssen eine feste, positive, von keiner Verstandeskritik gelockerte Glaubens- und Sittenlehre empfangen; man gebe ihnen die unverfälschte orthodoxe Lehre, denn das Leben selbst wird schon jeden durch tausend Begegnisse zu derjenigen realen Anschauung führen, deren er bedarf, um seiner Vernunfterkenntniß zu genügen, und der innerliche Gefühls- und Gemüthsmensch wird seinen Trost und himmlischen Schutz behalten, wenn sein Leben den Rationalismus nicht suchte oder entbehrte. — Die Hauptsache bleibt immer, daß der Mensch durch *seine* Ueberzeugung *gut, fromm, human* und *glücklich* wird. —

Was lehrt aber die Naturwissenschaft, gegenüber der Orthodoxie?

Zunächst ist es die Geognosie, die Lehre von der allmäligen Entwickelung unseres Erdbodens, welche mit der biblischen Genesis der mosaischen Schöpfungsgeschichte und mit den großen Fluthperioden der alttestamentarischen Zeiten in Widerspruch geräth. Man hat in den übereinanderliegenden Schichten der Erdrinde mit derselben Gewißheit wie in den Blättern eines aufgeschlagenen Buches zu lesen gelernt und gefunden, daß die verschiedenen Schichten einst Oberflächen gewesen sind und unter denselben Gesetzen, wie sie noch heute walten, nur in gewaltigeren Bewegungen, außerordentlich lange Zeiten zu ihrer Entwickelung, organischen Production und Wiederzerstörung gebraucht haben, daß zu gewissen, weit auseinanderliegenden Perioden durch Feuer- und Wassergewalt alte Erdoberflächen zerstört, ihre organische Natur begraben und nach einer Reihe von Umwandlungen und in Zeit und Raum gemessenen Fluthen und Ablagerungen, allmälig eine Natur entstand, wie sie der Schöpfung der Menschheit entsprach und noch heute dieselbe ist — daß aller Zuwachs der Erde seit sechstausend Jahren sich zu den Bildungen der Vorwelt nur verhält, wie ein Spinngewebe auf einem Globus von 1½ Fuß Durchmesser. Wie ungeheuer muß deshalb die Zeit vor der Erschaffung der Menschheit gewesen sein, eine Zeit, in welcher jede Periode nach Tausenden, ja Hunderttausenden von Jahren zählt. Wie vereinigt sich das mit der mosaischen Schöpfungswoche? —

Die vor den Augen aller Welt liegenden Pflanzen- und Thierreste einer, großen Revolutionen unterworfen gewesenen Vorwelt lassen sich nicht wegleugnen, sie sind da und reden chemisch und physikalisch von ihrem erstaunlich hohen Alter. — Aber — frage ich — ist es denn der Mühe werth, angesichts des ewigen Schöpfers um die Zeit zu streiten? Sind hunderttausend Jahre und ein Schöpfungstag des Moses nicht gleichbe-

deutend, nicht Tropfen im Meere der Ewigkeit? Können die Zeiträume, welche der in Zeit und Schranke befangene Mensch Jahrtausende nennt, nicht in der Sprache göttlicher Anschauung nur ein Tag heißen, und redete Moses nicht mit der Sprache einer höheren Welt? Gut denn, lasse die Naturwissenschaft die Rechthaberei fallen und halte sie sich nur an die Objecte der Schöpfungsgeschichte! —

Wie aber sollen wir uns mit dem Wunder verständigen? Ist doch aller erste Anfang der Erscheinungswelt, der erste Wurf der Materie aus Gottes Hand, ein unerklärliches Wunder, an dessen physikalische Definition sich der keckeste Naturforscher nicht wagen wird. Wenn der Sauer-, Kohlen-, Wasser- und Stickstoff einmal da sind mit ihren inwohnenden Kräften, so ist es allerdings ein Leichtes, nach Auffindung der Gesetze, jedes Wunder für unmöglich zu halten — wenn wir einmal Samen und Eier in der Natur haben, so ist es nicht schwer, die Entwickelung der Generationen ex ovo zu erklären — aber das erste Auftreten der Elemente, das erste Erwachen und Zusammengreifen ihrer Eigenschaften und Kräfte, das erste Entstehen einer Pflanze ohne Mutterpflanze, eines Thieres ohne Mutterthier — sind das nicht unerklärliche Handlungen des Schöpfers, nicht Wunder? Kann die Naturwissenschaft in vernünftigen Menschenköpfen sich wol so keck versteigen und den Anfang aller Dinge erklären wollen? Es bleibt ihr also immer noch eine Grenze gezogen — die Naturwissenschaft hat gar keine Fähigkeit zur Speculation, zur übersinnlichen Anschauung, sie ist nur eine rein sinnliche Wissenschaft von sinnlich wahrnehmbaren Körpern und da, wo ihre physikalische Erklärungsweise aufhört, da hat sie auch ihre Grenze gefunden. Sie hat also mit der Wunderlehre gar nichts zu thun. — Es ist eine große Verirrung, wenn die Naturwissenschaft dazu benutzt wird, philosophische, theologische oder gar geisterweltliche Lehrsätze zu motiviren, Atheismus, Pantheismus und Ableugnung menschlicher

Unsterblichkeit zu beweisen. — Und ist der Naturwissenschaft irgend Abbruch damit gethan, wenn man der Orthodoxie den Wunderglauben unangetastet läßt, selbst für den Fall, daß er nicht zum inneren Wesen der Religion gehöre? Ich bin der Meinung, daß beides recht wohl nebeneinander bestehen kann, wie zwei Sprachen, die sich in ihren grammatikalischen Regeln widersprechen. — Lasse man die prophetische, messianische Zeit verschont mit allen physikalischen Erklärungsweisen, wir haben noch genug Wunder der Gegenwart aufzulösen, trotz der gerühmten Kenntnisse von den Naturkräften. Sage mir doch, wie sich Infusorien und Schimmel in Räumen und Flüssigkeiten bilden, welche vor aller Verstreuung von Eiern und Samen geschützt wurden, erkläre mir, was Licht und Wärme wesentlich sind, wie im Ei der erste Pulsschlag anhebt, was Nervenkraft, Inductions-Elektricität, Elektromagnetismus sind — von denen wir nur ihre Erscheinungen kennen, wie die äußere Gestalt und Bewegung eines Menschen bekannt sein kann, ohne eine Ahnung von seinem Charakter zu haben. — Und noch mehr. — Würde ein heutiger Chemiker oder Physiker vor einigen tausend Jahren vor dem Volke experimentirt haben, so würde er als übermenschliches, vielleicht teuflisches Wesen verfolgt und gefürchtet, oder als Prophet bewundert und angebetet worden sein. Sollten nicht auch damals providentielle, vom Geiste erleuchtete Menschen in einem so innigen, instinctmäßigen Verkehre mit dem geheimnißvollen Wesen der Natur gelebt haben können, daß sie deren verhülltesten Kräfte mehr hellsehend oder somnambül fanden und damit Wunder verrichteten? Alles, was eine Zeit oder Generation nicht zu erklären vermag, ist Wunder. — Es ist bei unseren gegenwärtigen Glaubenszuständen und Richtungen der religiösen Bekenntnisse eine zarte und kitzliche Sache, mit den Erklärungsweisen der heutigen Naturwissenschaft in das positive Reich der Orthodoxie eindringen zu wollen. Ich verwahre mich davor, dies jemals absichtlich zu thun, am wenigsten vor dem unge-

bildeten Volke, das der positiven Grundlage der Glaubenslehre so nothwendig bedarf und ich bescheide mich, in jeglichem Gespräche mit orthodoxen Wortführern einzuräumen, daß damals in der prophetischen Zeit der Offenbarungen die Natur in einem „Comment suspendu" befindlich gewesen sei. — —

Alles hier Gesagte und Herangezogene sollte als vorbereitende Einleitung zur weiteren Verständigung des von mir ausgesprochenen Satzes gelten, daß durch Erkenntniß der Naturgesetze auch das Sittengesetz der Menschheit zum vollen Bewußtsein gebracht worden sei. Dazu bedurfte es zunächst einer allgemeinen Läuterung der Ansichten über die Stellung der Naturwissenschaft zur Religion. — Auf praktischem Wege werden wir aber auch finden, daß die Natur nicht allein des Menschen Anschauung und Empfindung veredelt, sondern auch in ihrer strengen Gesetzmäßigkeit die Mahnungen zu einer vernünftigen Lebensweise der Menschen und damit zur Sittlichkeit enthält. Sie macht sich aber nur demjenigen Menschen verständlich, der bereits durch Erziehung und Bildung in das geistige Leben eingeführt ist. Am Rohen, Wilden zieht die Natur vorüber wie am Thiere. — Je mehr der Mensch sich als ein vom göttlichen Geiste durchdrungenes Wesen fühlt und seine Bedeutung und Bestimmung erkennt, um so sehnsüchtiger strebt er nach Vereinigung und Harmonie des in seinem Wesen noch Getrennten, Unklaren, Schlummernden, desto größer ist in ihm das Bedürfniß, das Verwandte, aber noch Unbekannte zu befreunden mit dem geistigen Kerne seiner Persönlichkeit. — Er, ein Theil der Natur und allaugenblicklich ein untergeordnetes Glied der Naturgesetze, fordert das Erkennen und Verstehen derselben. — Ahnung, Gemüth und Empfindung beginnen zunächst dahin zu wirken; die Schönheit der Naturbilder, der Sonnenauf- und Untergang, der gestirnte Himmel, der Frieden einer stillen Flur, die malerische Berglandschaft mit den ernsten Fichten, das glatte, murmelnde oder stürmisch aufschäumende Meer, die hervortretenden Phänomene

der Naturkräfte, ein Blitz, Vulkane, Erdbeben, Krystallisation, das Pflanzen- und Thierleben mit seinen Gestalten und Bewegungen und unzählige Naturerscheinungen mehr, geben dem Menschen eine sanfte, ahnende, erhebende, andächtige, staunende oder schauerliche Stimmung, er fühlt sich vor einer Welt stehen, deren gewaltige Größe und unermeßliche Mannigfaltigkeit ihn auf die Frage nach den Ursachen und Wirkungen führt, und nun beginnt der Sinn zu beobachten, der Geist zu unterscheiden und zu erkennen. — Die Gesetzmäßigkeit in allen Erscheinungen entgeht auch dem blödesten Sinne nicht und wäre es nur Tag und Nacht, Frühling und Winter, der Kreislauf der Gestirne, der oberflächliche Mechanismus der Bewegungen — er macht den Menschen auf ein waltendes Gesetz aufmerksam. Jegliche Beschäftigung mit der Natur macht den Menschen froh, zufrieden, zuversichtlich und edler — und wäre es auch nur eine tägliche Beobachtung von Wind und Wetter, sie ist eine Beschäftigung mit der Weisheit Gottes, sie erweitert das Gemüth und gibt dem Verstande tausend Stoffe zum Nachdenken, selbst bei minder intelligenten Menschen. Wer sollte die heitere Zufriedenheit und die in allen Lagen des Lebens sicher machende Naturfreundschaft nicht kennen, welche Bienenzüchter, Gärtner, Schäfer 2c. kundgeben? Sie sind in einen Theil des weisen Naturhaushaltes eingeweiht, und ihr ganzes Wesen hat dadurch an Harmonie und Charakter gewonnen. —

Noch mehr aber veredelt die Natur Denjenigen, welcher ihre Gesetze versteht. Hier zeigt die unerschütterliche Consequenz von Ursache und Wirkung auf dieselbe Logik hin, welche im Sittengesetze wohnt, hier weisen Schönheit und Zweckmäßigkeit der Natur auf die Güte und Größe des Schöpfers hin, hier erkennt man, daß nichts vollkommen wird, wenn es in dem völligen Gedeihen und in der Freiheit seiner Lebensanlagen gestört ist, hier erweitern sich mit jeder neuen Erfahrung und Anschauung des Menschen Blick und Gemüth, das Weltbewußtsein macht

den Menschengeist fähig, das bekannte Gebiet zu nützen, den Zweck des Erdenlebens zu begreifen, dasselbe, über die Grenzen der Scholle hinaus, mächtiger, reicher und glücklicher zu machen. — Mit der wachsenden Neigung, den organisirenden Kräften der Natur nachzuspüren, immer tiefer die Gesetze ihres wirkenden Geistes zu erforschen, entwickelt sich gleichzeitig das sittliche Gefühl im Menschen, denn das Auffinden, Vergleichen und Vergegenwärtigen des Zusammenhangs wie der Harmonie der Naturgesetze im Einzelnen und Ganzen, hat eine moralische Bedeutung und gibt durch Gewißheit, Wahrheit und Vertrauen dem menschlichen Geiste eine klarere, sicherere Einsicht in das Wesen seiner selbst. — Naturkenntniß ist Selbsterkenntniß.

Selbst wilde Völker haben, wie uns berühmte Reisende bewiesen, ein schauerlich dumpfes Gefühl von der Einheit der Naturgewalten und dem geheimnißvollen Zusammenhange der sichtbaren und unsichtbaren Welt. — Und so ergeht es auch jedem Menschen, der noch als Fremdling vor der Naturwissenschaft steht. Und ignorirt er sie auch so lange als möglich, es kommen Gewalten der geheimnißvoll vor ihm aufgähnenden Naturkräfte in sein Leben eingedrungen, die ihn mit bebender Andacht an eine unsichtbare Macht erinnern, der er sich nicht zu entziehen vermag. Das Bedeutsame in der Natur findet beim Kinde, beim verhaßten Wilden jederzeit innere Anklänge, mögen dieselben als instinctmäßige Empfänglichkeit, als bildsame Phantasie, als symbolisirende Ahnung sich kund geben — und in dieser Tiefe und Lebendigkeit dumpfer Empfindungen von der Natur liegt der erste Antrieb zur menschlichen Cultur — der Wilde fühlt furchtsame Andacht vor den zerstörenden Naturkräften und heiligt und verehrt die erhaltenden und wohlthätigen. Diese stille Ahnung von der Einheit der Natur mit dem Menschenleben genügt aber dem auf den Entwicklungsstufen der Bildung begriffenen Menschen nicht mehr; die Denkkraft, welche unterscheidet und das Geordnete zusammenfaßt, bemächtigt sich,

im inwohnenden Triebe der Erkenntniß, der reichen Fülle der Erscheinungswelt und forscht, sich selbst dabei verfeinernd und erweiternd, den Ursachen derselben nach. — Die denkende Betrachtung der Erscheinungen und Bewegungen in der Natur ging zu allen Zeiten und in allen Völkern immer gleichen Schritt mit der Culturgeschichte des Menschengeschlechts. Wie alles Erkennen, begann das erste Anschauen der Natur mit der Ahnung und die ahnende Phantasie eines Plato, Columbus und Kepler deutete die Ziele an, welche das spätere Wissen erfahrungsmäßig gefunden hat. —

Alles höhere Menschheitleben charakterisirt sich durch das Vernunftstreben, das Weltganze als eine, in allen ihren Theilen verknüpfte Einheit zu begreifen und das wichtigste Mittel dazu war die Erweiterung der physischen Weltanschauung, der Naturerkenntniß. Neue Organe der Beobachtung erweiterten durch ihren Blick den inneren und äußeren Horizont der Menschheit.

Die nachfolgenden Briefe selbst werden eine Reihe von Beispielen und Belegen für diese sittliche Bedeutung der Naturwissenschaften liefern. Der Mensch muß nur aus dem Kleinleben der räumlichen Beschränkung, die immer auch eine sinnliche und damit geistige Beschränkung ist, heraustreten auf die Höhe, wo er den Blick über die Menschheit gewinnt, um zu erfahren, wie die Wissenschaft der Natur gerade die Wiege für Cultur und damit die Vermittlerin der Sitte geworden ist. Dafür haben wir die schlagendsten Beweise und namentlich die letzten funfzig Jahre waren die reichsten und folgewichtigsten für die geistige Herrschaft des Menschen über die richtig erkannte und darum befreundete und dienstbare Macht der Natur. —

Ich denke, das Erscheinen dieses Buches, welches die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre und ihren Einfluß auf das Menschenleben darstellen soll, völlig motivirt zu haben und zu der populären Briefform an Gebildete aller Stände durch die

Sache selbst wohl berechtigt zu sein. Bisher habe ich über die Bedeutung der Naturwissenschaften für Jedermann und für die sittliche und intellectuelle Ausbildung des Lebens überhaupt gesprochen und, da ich mir auch aus den Kreisen der Leute, welche noch am Begriffe der Sünde und entheiligenden Aufklärung hangen, recht aufmerksame und gutwillige Leser wünsche, so konnte ich in dieser bevorwortenden Einleitung die Gelegenheit nicht unbenutzt vorübergehen lassen, meine Ansicht über das Verhältniß der Naturwissenschaft zum Glauben anzudeuten und Diejenigen zu beruhigen, welche, der Stimme aus Zion folgend, in der neueren Richtung der Naturkenntniß und physikalischen Erklärungsweise eine Gefahr für das Dogma der orthodoxen Kirche erblicken. —

Mit Recht hat aber der Leser dieser Zeilen zu fragen, was die nachfolgenden Briefe enthalten sollen?

Man könnte durch den Titel zu der gewissen Erwartung berechtigt worden sein, daß hier eine Geschichte der letzten funfzig Jahre dargestellt werden solle. In gewisser Beziehung liegt das auch in meinem Plane, nur nicht in der Weise, wie man gewöhnlich Geschichte schreibt, indem man die Thatsachen chronologisch ordnet, sie bald mit, bald ohne vorgefaßte Tendenz und Gesinnung im Zusammenhange betrachtet und erklärt. — Der Umfang der Naturwissenschaften ist zu groß geworden, um sie in einer geschichtlichen Skizze, im Rahmen eines halben Jahrhunderts verständlich zusammenzufassen, wie im Fokus eines Brennglases. Außerdem aber fordert die Naturwissenschaft weniger die Geschichte von Handlungen der Menschen, als die Geschichte von Körpern und deren Eigenschaften, denn die Bekanntschaft mit Formen, Verbindungen und Bewegungen der realen Welt, mit ihrem inneren, gesetzlichen Zusammenhange und ihren Beziehungen zum Kleinsten und Größesten, sind die Thatsachen der geschichtlichen Naturwissenschaft. Sie wird dadurch zugleich eine Culturgeschichte des Menschen, indem sie die

Darstellung der menschlichen Entdeckungen in der Körperwelt in sich faßt. —

So dachte ich mir zuerst den Plan dieser Schrift. — Indessen hatte ich namentlich das populäre Interesse vor Augen, und gerade dem gebildeten Laien und dem Manne, dessen Geschäft, Wohlstand und Fortschritt auf die neuere Naturwissenschaft gestützt sind, Demjenigen endlich, der die Beschäftigung mit der Natur wie den Umgang mit einer edlen Freundin betrachtet, die unerschöpflich ist in Gaben des Geistes und Gemüthes, wollte ich ein Bild von der Naturwissenschaft entwerfen, wie sich dieselbe charakterisirt, wie sie wurde, was sie ist, wie sie das Menschenleben bezeichnete und den Schauplatz menschlicher Wirksamkeit, den Horizont der Erde erweiterte. Wenn je eine Erkenntniß den Menschen zum Herrn seines Planeten, zum Beherrscher von Zeit und Raum gemacht hat, so ist es die Naturwissenschaft, dieselbe, welche in dem kosmischen Raume die Bewegungen und Gesetze des rollenden Weltkörpers berechnet und doch nicht verschmäht, in die Werkstatt des Erdbürgers zu treten, um ihm als Diener zu helfen bei Erwerbung des täglichen Brotes. — Eine solche Wissenschaft ist keine, welche für Gelehrtenstuben geschrieben werden soll, sondern in jedem ihr gewidmeten Buche Eigenthum des Volkes sein und bleiben muß. Diese Grundsätze leiteten mich, seit Jahr und Tag nur populär zu schreiben und selbst da, wo ich glaubte, an der Erweiterung der Beobachtungen und Erklärungen mitzuwirken, immer die Sprache des Publicums zu schreiben — diese Principien dictiren mir auch jetzt dieses Buch. —

Man betrachte die Darstellungen der nachfolgenden Briefe wie das Panorama einer neuen Welt, an deren Gestade wir alle sammt und sonders mit dem Schiffe der Zeit gelandet sind und die uns mit ihren reichen, mannigfaltigen, anlockenden Erscheinungen umgibt. Da regt sich ringsum ein bildsames und beschäftigtes Leben, dessen Gaben wir genießen, ohne sie recht

zu kennen und ihren Ursprung zu wissen, da sehen wir tausend neue Gestalten und Thätigkeiten, mit denen die Einheimischen so vertraut sind, daß ihre Entbehrung unmöglich wäre — die ganze Welt ist in diesem Reiche harmonisch vereinigt, alle Theile der Erde haben ihre Güter dorthin ausgetauscht, mit der Erweiterung des Blickes schmelzen die engen Grenzen des Gemüthes und das angenehme Staunen oder die erste Befangenheit vor dem Neuen und Großen verwandelt sich allmälig in Heimatsgefühl, heitere Empfänglichkeit, Zuversicht und Lebensglück.

Und in der That, wandelt der Fremdling der Naturwissenschaft nicht wie ein Robinson zwischen den Erscheinungen einer fremden Welt mitten in seinem Vaterlande? Dort rauchen die hohen Schornsteine der verschiedensten Fabriken, die ihre Schlotsäulen wie Obelisken zur Verherrlichung menschlicher Technik in die Luft erheben und in ihren Werkstätten rauschen, brausen und klopfen die Naturkräfte wie titanische und cyclopische Sklaven im Dienste des menschlichen Haushaltes — der Fremdling genießt das Product dieser Arbeit, ohne zu wissen, daß die Naturwissenschaft es ist, welche ihm den Zucker der heimischen Felder, das Metall seiner Erdscholle, das winzige und doch unentbehrliche Zündhölzchen, den Schnellessig oder andere unzählige Bedürfnisse des Lebens und Luxus liefert — er brauset auf keuchender Locomotive dahin durch den früher unerreichbaren Raum und hat nichts weiter, als eine beklommene oder wohlthuende Ahnung, daß eine gewaltige, einst nur zerstörend auftretende Naturkraft, gezügelt vom Willen der Menschen es ist, welche ihn durch den Raum zieht — er meldet seine Ankunft in weiter Ferne den Zurückgebliebenen durch eine telegraphische Depesche, blickt mit andächtiger Scheu der Bewunderung auf den elektromagnetischen Apparat, spähet der am Horizonte sich verlierenden Drahtleitung entlang und muß, indem er thatsächlich erfährt, daß sein Gedanke in diesem Augenblicke den todten Draht durchblitzt und sich in demselben Momente in ferner Heimat verständlich

und lesbar macht, mit Beschämung sich eingestehen, daß er ein Fremdling in der Gegenwart des Lebens ist; — er brennt seit Jahren in seinem Hause Gaslicht und hat keine Kenntniß davon, wie das brennbare Gas entsteht, was es ist und warum es ihm zu leuchten vermag. — Er geht unter dem Himmel, der seine Sonnen auf ihn niederstrahlt, aber er weiß nicht, was sie sind, was sie sollen, warum sie kreisen, wie nahe oder fern sie über seinem Haupte ziehen. — Er flehet den Himmel um Schutz an, aber kennt die ewigen Gesetze nicht, die im Unermeßlichen walten und sich keiner menschlichen Bitte fügen, wol aber dem Menschenverstande ihre Geheimnisse erschließen. Ist ein solcher Mensch nicht mit einem auf fremde Erde und unter fremde Naturerscheinungen und Menschensitten verschlagenen Heimatslosen zu vergleichen? Und er ist selbst in seinem Vaterlande heimatslos, denn er kennt nicht die Dinge, welche ihn umgeben. Ein Mensch, der ein Kind des neunzehnten Jahrhunderts ist, soll seiner Vernunft die Ehre geben und nichts zu seinem Leben und Luxus gebrauchen, worüber er sich nicht völlige Rechenschaft zu geben und was er nicht zu begreifen im Stande wäre.

Solche Reflexionen umschwebten den Entwurf dieses Buches. Nicht eine Schule der populären Naturwissenschaften, sondern ein Bild der naturwissenschaftlichen Neuzeit soll es bringen, eine allgemeine Anschauung des vom Naturverständniß durchdrungenen und dadurch gesteigerten Lebens, um jeden Gebildeten heimisch darin zu machen und ihn anzuregen, nunmehr in die populäre Schule dieser Wissenschaft zu gehen. So denke ich mir die Stellung dieses Buches, zwischen der Vielzahl populärer Schriften über die Natur, als ein unterhaltendes Gemälde, welches die Naturempfindung und Naturanschauung im Großen wecken und, wie die Schilderung eines fremden Landes, aufmuntern soll, dasselbe wirklich kennen zu lernen.

Eine solche Schilderung muß aber auf Thatsachen beruhen. — So wie dem Gebildeten nur dann ein fremdes Land

Interesse abgewinnt, wenn er die Eigenthümlichkeiten desselben, die charakteristischen Zeichen und Merkmale, wodurch es sich von dem Bekannten unterscheidet, die physische Geschichte und die Bedeutung für das Gesammtleben erfährt, so soll auch das Reich der Naturwissenschaft in einem objectiven Charaktergemälde dem Gebildeten aller Stände dargeboten werden, um durch das Allgemeine das Interesse für das Einzelne zu wecken. —

Nichts bleibt dem Menschen längere Zeit fremd, was irgend einen dauernden Einfluß auf das Menschenleben hat; dieser Einfluß der Naturwissenschaften ist es ganz besonders, der Alle mit ihnen enger befreundet hat, welche jenen Einfluß irgendwie erfahren haben, und darum darf es uns nicht verwundern, wenn ein Handwerker, ein Fabrikant, ein Privatmann, dem die Natur irgend einen praktischen oder gemüthlichen Dienst leistete, mit Sachverstand und Enthusiasmus von Chemie, Physik, Meteorologie, Mechanik zc. redet und gewerblichen oder belehrenden Nutzen daraus zieht. Dieser Einfluß ist es ja gerade, welcher in unserer Zeit die Naturwissenschaft an die Stelle der alten Humaniora zum Culturmittel des Lebens gemacht hat, und auf diesen Einfluß werde ich in den nachfolgenden Briefen namentlich meine Darstellungen stützen, um die Naturwissenschaften allen Gebildeten zu empfehlen und damit dem öffentlichen Volks- und Stillleben des auf Bildung sinnenden Menschen näher zu bringen. — Zu solchen zeitgemäßen, gutwilligen Zwecken ist kein Organ — und wäre es auch nur meine eigene, schwache und bescheidene Stimme — zu gering. —

Da die großen und segensreichen Erfolge der Naturerkenntniß auf das Menschenleben erst der neueren Richtung dieser Wissenschaften zuzuschreiben sind, so ist der Abschluß der letzten funfzig Jahre eine um so statthaftere Einrahmung meines Naturgemäldes, als dieses halbe Jahrhundert es gewesen ist, welches, mit der zuerst richtigen Methode der Erkenntniß und

Erklärung der Naturkörper und ihrer Eigenschaften, die volle praktische Anwendung der Resultate auf das Leben verwirklichte. Alles, was frühere Zeiten klarer oder unklarer leisteten, wurde erst in den letzten funfzig Jahren in Zusammenhang mit der ganzen Reihe der Thatsachen gebracht, geläutert, wo es nöthig erschien und für das Leben verwendet. Eine Naturwissenschaft in Büchern und im verschlossenen Cabinet wurde als ein vergrabener Schatz aufgehoben, geprüft, das Nützliche und Echte gesondert, mit den neuesten Erfahrungen verschmolzen und so eine Naturwissenschaft für Haus, Feld, Werkstatt und öffentliches Leben geschaffen. —

Es ist deshalb zunächst Aufgabe dieses Buches, den Charakter der gegenwärtigen Naturwissenschaft, ihre mit diesem Jahrhundert anhebende, jüngere Entwickelungsgeschichte, den Unterschied der jetzigen Erkenntnißmethode und ihrer Resultate von den Bestrebungen der früheren Zeiten zu schildern, das Sonst und Jetzt miteinander zu vergleichen, den Einfluß der neueren Naturwissenschaft auf die allgemeine Bildung und Verstandesaufklärung, auf Gemüth und Sitten der Völker, auf Verkehr, Production, Lebenserweiterung und Glück der Menschen zu beweisen und durch die Aufzählung der hervorragendsten Leistungen zu bestätigen. So werde ich meine Leser durch die einzelnen Abtheilungen der Gesammtwissenschaft von der Natur führen, sie auf die Entdeckungen und Erklärungen der Zoologie, der Erdkunde und ihrer auf Geschöpfverbreitung und klimatischen Lebensgesetzen beruhenden Anschauung der organischen Raumverhältnisse, auf die Beziehung des Menschengeschlechts zum geographischen Schauplatze seiner Geschichte, auf die Entdeckungen und praktischen Anwendungen der Chemie, Physik, Physiologie, Meteorologie und Astronomie und endlich auf die Bereicherung und Veredlung des Naturgenusses aufmerksam machen, der als gesunde und ungekünstelte Naturempfindung immer der wahren Naturanschauung parallel läuft.

Und nach diesen Bevorwortungen, die Ueberzeugung und Grundsatz für die folgenden Briefe enthalten, werde ich es nun versuchen, den naturwissenschaftlichen Geist der letzten funfzig Jahre als eine Macht darzustellen, welcher sich Niemand mehr entziehen kann, wer auf Bildung sinnt oder Anspruch macht — aber die Erkenntniß der Natur ist, dieser Macht gegenüber, auch eine Pflicht der Menschen geworden, denn ein Jeder steht unter den unabänderlichen Gesetzen der Natur, und diese zu kennen und sie für das Dasein nützlich zu machen, ist eine Nothwendigkeit für den mit der Zeit fortwollenden und einer hülflosen Verlassenheit entrinnenden Menschen und zwar eine gleiche Pflicht wie sie dem Staatsunterthanen obliegt, die ihn beherrschenden politischen und ordnenden Gesetze kennen zu lernen.

Und noch einmal wiederhole ich meinen Grundsatz, daß Naturanschauung und Naturempfindung ein Gemeingut des Volkes werden müssen, dann erst wird die Wissenschaft ganz, was sie sein soll, eine fördernde Begleiterin des täglichen Lebens, die dem verständigen Menschen Rath und Nutzen, Sicherheit und Wirklichkeit, dem Gemüthlichen aber Frieden und Freude, Erhebung und Erquickung darbietet. So wird sie eine befreundete Lebensmacht für alle sittlichen Tendenzen der Menschheit, sie führt das Dasein auf den rechten, reellen Boden und leitet zur freiwilligen Anbetung der schöpferischen Weisheit und Allmacht. Das erkannte nicht nur die neuere Zeit, sondern lesen wir das zweite Capitel der Weisheit Salomonis, so finden wir, daß der Patriarch des Alterthums von Gott rühmt, ihm die Kenntniß der Natur und der Elemente gegeben zu haben und er dadurch zur Weisheit, aller Kunst Meister, gekommen sei.

Jeder Mensch hat Zeit und Beruf für eine solche Weisheit durch wissenschaftliche Ausbildung und sollte sie ihm auch nur nach der Tagesarbeit als eine angenehme oder anregende Unterhaltung dargeboten werden; auch diese bildet, veredelt und führt

Geist und Gemüth in ihre höhere Heimat zurück. Der Unkundige aber sieht in der Natur nur ein buntes Bild wandelnder und mannigfaltiger Erscheinungen ohne Ursache und Zweck — aber die letzten funfzig Jahre haben dafür gesorgt, daß, sowie er nur ein Gesetz dieses bunten Lebens gründlich erkannt hat, er sofort fähig wird, hinter dem wandelnden Kleide der Erscheinungen die waltende Ordnung, das Vernünftige, und damit die Bedingungen seines eigenen Daseins zu erkennen. —

Aus dem klareren Begreifen des Daseins erwächst aber das gute und reichere Wirken des Menschen. —

Erster Brief.

Folge mir, willkommener Freund der Natur, vor das große Gemälde, welches ich Dir in diesen brieflichen Schilderungen zu enthüllen bereit bin. Es ist das Gemälde der Naturwissenschaften, wie dieselben sich in den letzten funfzig Jahren herausgebildet und gestaltet haben, es ist zugleich ein Gemälde menschlicher Entwickelung, ein Abbild Deines eigenen Daseins und Vermögens. — Naturwissenschaft und Menschenleben sind von einander ebenso abhängig und mit einander verwandt, wie Klima und Lebenssitte, Vernunft und Freiheit, Gott und Menschentugend. — Wenn es die Aufgabe des mit Verstand begabten Erdenbürgers ist, sich ganz und gar zu vermenschlichen, das heißt: den Menschen in seiner möglichst vollkommenen irdischen Erscheinung als vernünftiges, freies und sittliches Wesen darzustellen, so hat die Naturwissenschaft wahrlich nicht einen geringen Einfluß auf diese Vermenschlichung ausgeübt, denn sie gerade war und ist es, welche das irdische Leben erweiterte.

Obgleich dieser Einfluß überall, zu allen Zeiten stattgefunden hat, wo neue Entdeckungen in der Natur gemacht und neue Anschauungen der Welt geöffnet worden sind, so haben doch gerade die letzten funfzig Jahre, die Naturwissenschaften dieses Jahrhunderts, dem wir selbst anzugehören uns rühmen dürfen,

eine so sichtbar-umgestaltende, erweiternde und segensreiche Einwirkung auf Leben und Sitte der Völker und den Wirkungskreis wie Haushalt des Einzelnen gehabt, daß dagegen die Einflüsse früherer Jahrhunderte, trotz vieler bedeutender Entdeckungen und Welterweiterungen, in den Hintergrund treten und geradezu als Hebel der Lebenserhöhung unbedeutend erscheinen. —

Wie ist das zu erklären? Hat die alte Welt doch einen Aristoteles gehabt, der seine Zeitgenossen und, durch seine Schüler, auch seine Nachkommen auf die sinnliche Wahrnehmung der Naturkörper hinwies und eine Schule der Naturerfahrung stiftete, deren Resultate freigebig dem Leben dargeboten worden sind. — Hat doch ein Columbus die andere Erdhälfte entdeckt und eine ganz neue Welt mit tausend frischen und überraschenden Erscheinungen, mit einem märchenhaften Reichthum von neuen Körpern, Lebensformen, Forschungsfeldern und Erkenntnißschätzen für die europäische Menschheit erschlossen! Wurde nicht die geheimnißvolle Bewegung der Himmelskörper von einem Kepler berechnet und feierte der Menschengeist in seiner mathemathischen Erkenntniß unendlich und unermeßlich erschienener Bewegungsgesetze des Universums nicht einen der stolzesten Triumphe? Führte eine müßige Betrachtung des schwankenden Kronleuchters in der Kirche zu Pisa nicht einen Galilei auf das wichtige Gesetz der Pendelschwingung, das in seinen Anwendungen ein ebenso sicherer Führer durch die Zeit, wie ein Maßstab unseres Planeten, eine Wage für Himmel und Erde, ja sogar ein Beweis für die Umdrehung unseres Weltkörpers um seine Achse wurde? Erklärte nicht ein Newton die Gesetze des Lichtstrahles und erleuchtete damit zugleich die entferntesten Gebiete menschlichen Erkenntnißdranges? — Bewies nicht Otto von Guericke, der geniale Bürgermeister von Magdeburg, einst vor Kaiser und Reich zu Regensburg öffentlich die Wirkung des Luftdrucks auf einen luftleeren Raum? Und nützen wir nicht heute noch in vielfachen Anwendungen diese wichtige Entdeckung?

Die Beispiele von solchen geistigen Enthüllungen der Natur in früheren Jahrhunderten lassen sich noch zahlreich vermehren. Aber dennoch war der Einfluß auf das Menschenleben nur beschränkt, oberflächlich und deshalb leicht verwischt, das Volk hatte keinen Antheil an der Wissenschaft, weil diese selbst, alles öffentlichen Schutzes und Rechtes entbehrend, nur in den engeren Kreisen der gelehrten Forscher gepflegt und dem Leben der Gegenwart durch eine todte Büchersprache entrückt wurde. Das Volk und das tägliche Dasein standen den Entdeckungen und den Beobachtungen Einzelner ferne, der Geist der Jahrhunderte war der sinnlichen Forschung nicht mit einem praktischen und vorurtheilsfreien Blicke gefolgt, er verstand nicht, die vereinzelte Thatsache im Zusammenhange aufzufassen, nicht Nutzen für das Leben daraus zu ziehen.

Dieser Geist früherer Jahrhunderte war mit einem Kinde zu vergleichen, das voll Wohlgefallen mit neuen Dingen spielt und um so lieber, je glänzender, fremder und überraschender sie sind; — es rollt den Globus, tändelt mit der chemischen Wagschale, ergötzt sich am Niederfallen und Umlaufe der Körper, die dem Gesetze der Schwere folgen, es spielt mit Magnet und Licht, ohne zu wissen, daß große, gewaltige Naturkräfte sich sein Tändeln gefallen lassen und seine Gespielen geworden sind. Sowie dies Spielzeug aber etwas Altes, Gewöhntes geworden ist, oder wenn das Kind sich daran verletzt, dann zertrümmert und zerstört es dasselbe und sehnt sich nach neuem, um dieselbe zeitweise Lust der Sinne daran zu haben. — So war auch der Zeitgeist früherer Jahrhunderte; — er ließ sich vorübergehend von den Naturwissenschaften amüsiren, nahm nur ihre Resultate als Dinge für sich, ohne die Prämissen und Consequenzen derselben zu beachten und warf diese Gaben der Naturforschung feindlich und zertrümmernd von sich, wenn sie das alte Herkömmliche, das Vorurtheil, die Unwissenheit verletzten oder, wie das Feuer in der Hand des Kindes, Schrecken oder Schaden stifteten.

Die Naturwissenschaften sind aufklärende, auf Lebenswirklichkeit gerichtete Thätigkeiten des Menschengeistes. — Der öffentliche Geist früherer Jahrhunderte war aber im engsten und kleinlichsten Gesichtskreise, in Vorurtheil, Aberglauben, Finsterniß und Gewohnheit befangen — Unfreiheit in Staat und Kirche lagerte wie eine schwere, düstere Wolke über den Geistern und machte das Gemüth beklommen, muthlos und mißtrauisch. — Daher kam es denn auch, daß Wissenschaft und Leben getrennt blieben, daß die aufklärende Naturwissenschaft, gerade so, wie noch heutigen Tages in den gottlob engeren, particulären Kreisen der Finsterlinge und Kleinseelen, in eine feindliche Stellung zu den leuchtenden Gewalten des Lebens gerieth, welche die Lebenswirklichkeit scheueten oder nicht kannten, weil sie in Vorurtheil, Aberglauben und Unfreiheit geboren und herrschend geworden waren. So blieb Columbus nur ein geographischer Entdecker Amerikas, der nichts weiter, als ein neues Terrain gefunden hatte, in das die eben angedeuteten Mächte des Lebens ihre finsteren, egoistischen Apostel sendeten, so mußte Galilei seine Entdeckungen am Schlusse seiner Tage öffentlich widerrufen, um dem Fluche seiner Kirche zu entgehen und nicht im Kerker oder Flammentode zu enden. —

Der philosophische Geist durchbrach endlich diese Nebelwolke des Lebens und strahlte wie eine Sonne des Tages in das Volk hinein. Erhob sich derselbe auch, ursprünglich geweckt vom inneren Entwickelungsdrange der Kunsterkenntniß, als Speculation, Läuterung der Begriffe vom Uebersinnlichen, constructive Auffassung der höchsten und niedersten Dinge im Zusammenhange, oder als religiöse Emancipation vom Aberglauben und Trennung der Menschenzuthat vom Gottesworte, so war es doch gleichzeitig und still vorbereitend die wissenschaftliche Betrachtung der Natur gewesen, welche die Geister weckte und den Traum des Irrthums beunruhigte. Je klarer sich der Mensch wurde, um so bedürftiger fühlte und erstrebte er das

harmonische Zusammenfassen von Geist und Natur, sinnlicher und übersinnlicher Welt, unter die Einheit des Begriffes und Lebens; die Fortschritte der Naturwissenschaft drangen in das Bewußtsein einzelner Menschen mit ihren Resultaten ein, und war es auch nur ein allgemeines Gefühl von Lebenswirklichkeit und Ordnung im Reiche der Körper, so nährte sich doch still und freiwillig der reformatorische Geist der Philosophie davon.

Die Frage, warum die Naturwissenschaften der letzten funfzig Jahre vorzugsweise einen umgestaltenden und erweiternden Einfluß auf das Menschenleben geäußert haben, wäre also zunächst dahin zu beantworten, daß die allgemeine geistige Bildung, Hand in Hand mit allmäliger Befreiung aus politischen und kirchlichen Fesseln, das bewußte Leben für jenen Einfluß empfänglicher gemacht habe. — Obgleich dieser Antwort eine Wahrheit zu Grunde liegt, so würde sie doch, allein stehend, nur eine sehr einseitige Erklärung abgeben. — Der große Einfluß muß noch andere Ursachen haben, auf welche uns eine naheliegende Betrachtung führt.

Wie geht es denn zu, daß erst in diesem Jahrhundert, bis in unsere Gegenwart hinein, die Naturwissenschaften einen so entschiedenen, zur Weltmacht gewordenen und das Leben umgestaltenden Einfluß gewonnen haben, während doch das vorige Jahrhundert, namentlich in seiner zweiten Hälfte, den größten geistigen Aufschwung genommen, die Wissenschaft der nach Wahrheit suchenden Philosophie bedeutende Bewegungen der Geister hervorgerufen und auf das öffentliche Leben einen ganz entschiedenen Charakter der Bildung geprägt hatte; wie ging es zu, daß zu gleicher Zeit die Naturwissenschaften in den Auditorien und Laboratorien horsteten, höchstens nur dem Arzte eine kleine Mitgift fürs praktische Leben darboten, aber auf den allgemeinen Haushalt des Volkslebens gar keinen erheblichen Einfluß auszuüben vermochten?

Das lag nicht an der geringeren Empfänglichkeit des

Volkslebens, sondern an der Behandlungsweise der Naturwissenschaften selbst. — Sie folgten der allgemeinen Richtung des vorigen Jahrhunderts, nämlich der philosophischen, der construirenden Erklärung und ideellen Beweisführung ohne genügende Kenntniß der Naturkörper und ihrer Kräfte; statt Naturwissenschaft hatte man eine Naturphilosophie, ein selbstverfertigtes Schema, in das man die Natur hineinzwang.

Wenn behauptet wird, daß seit den letzten funfzig Jahren die Naturwissenschaft erst den wahren, in ihrer Bestimmung liegenden Einfluß auf das Menschengeschlecht erlangt habe, so heißt das nach den vorangeschickten Betrachtungen nichts Anderes, als daß die Naturwissenschaft mit diesem Jahrhundert wesentlich eine Umgestaltung erfahren und eine andere, richtige Methode der Forschung und Erklärung angenommen habe, wodurch es ihr gerade möglich geworden ist, allen Lebensgebieten die reichste praktische Ausbeute zu liefern und die Sitten und Gebräuche der Völker zu ihrem Nutzen zu verändern und vernünftiger zu machen.

Und diese Revolution in der Behandlungsweise der Naturwissenschaften ist eine gewaltige gewesen. Es sind dabei Autoritäten gestürzt, Privilegien niedergerissen, dem beobachtenden gesunden Sinne die Rechte der Beweisführung, dem vergleichenden Verstande die Gesetzgebung übertragen worden; das vergessene oder verkannte Wahre früherer Jahrhunderte ist wieder in sein gutes Recht eingesetzt und in das geregelte Wissen eingeordnet worden, die Erkenntniß hat den philosophischen Leithammel abgethan und für die erste, beste rationelle Beobachtung und Thatsache den Göttern geopfert; — die gelehrte oder geistreiche Phrase ist verpufft und an ihren Platz die geprüfte und geklärte Wahrnehmung getreten, anstatt der unendlichen Welt der Abstractionen und Theorien, welche wie ein

Kaisermantel über das Stückchen nackte Wirklichkeit ausgebreitet war, Vorschub zu leisten, hat man allen phraseologischen Schmuck zerrissen, die Abstractionen, weil sie bei der Destillation durch den Verstand keinen sichtbaren Bodensatz zurückließen, in Nichts verflüchtigt und sich hinführo nur an die Körper und ihre Eigenschaften selbst gehalten, aber nicht im engen Raume, sondern in der vergleichenden Anschauung aller Erdtheile, des kleinsten Mikrokosmus und des größten Weltalls. — Das ist ein allgemeines Bild der Umwälzungen, welche die Naturwissenschaft zur Weltherrschaft gemacht haben. Die Beweise dafür werde ich in der Folge vielfach zu liefern Gelegenheit haben. — Wenn je ein Mitarbeiter am Erkennen des Naturlebens diesen großen Unterschied zwischen früherer und neuerer Methode und die segensreichen Erfolge anerkennt, welche die Neuzeit auf das Leben übertragen hat, so ist es der Schreiber dieser Zeilen, denn er wurde einst erzogen und gebildet für Naturwissenschaft von jenen letzten Stimmführern der Naturphilosophie, welche seine jugendliche Phantasie mit wohltönenden Phrasen gängelten, die man für Erklärungen der Wirklichkeit ausgab und die Sinne, welche das Reale zu schauen verlangten, betäubten mit dem geistreichen Geschwätz und der hübschen Schablone, die das Naturleben in Form und Gesetz darstellen sollten. Es hat mir innere und äußere Erfahrungen gekostet, um früh genug jene naturphilosophische Erziehungsjacke abwerfen und mich mit offenen Sinnen der exacten, vergleichenden und erfahrungsmäßigen Beobachtung zuwenden zu können, und ich warne einen Jeden, welcher aus Beruf oder Muße nach Einsicht in die objective Naturwahrheit strebt, sich vor der Schellingschen philosophischen Vorschule zu hüten. —

Was sind die großen Schriftwerke dieser Zeit und ihre letzten Nachklänge anders, als babylonische Thurmbauten, künstliche Labyrinthe, in welchen der beste Kenner der Naturwirklichkeit

sich verirren würde? — Wahrlich, man muß lächeln, wenn man heutigen Tages in Okens Naturgeschichte auf Namen und Systeme stößt, die einer Märchenwelt anzugehören scheinen, oder wenn man eine Thatsache, eine Erklärung bei einem Anderen sucht, und eine geistreiche Phrase zur Abfertigung erhält. Wie armselig ist das Alles, trotz Flitterstaat und hochtönender Rede, gegen einen einzigen Blick, den wir in ein heutiges chemisches oder physikalisches Laboratorium, in eine electromagnetische Anstalt, in jede Fabrik werfen, wo Naturkräfte arbeiten! — Die ganze philosophische Naturwissenschaft hat nichts für das Leben nutzbar gemacht, nicht einmal dem Esel in der Mühle ein besseres Loos bereiten können, vielweniger dem Menschen. —

Worin liegt aber die richtige, segensreiche Methode der neueren Naturwissenschaft?

In der physikalischen Erklärungsweise aller Naturgegenstände, in der vergleichenden Anschauung und Beobachtung der Körper und ihrer Kräfte, in Erweiterung des Blicks über alle Theile der Erde und in dem erfahrungsmäßigen Aufsuchen des Zusammenhanges, welcher die Gestaltungen und Bewegungen der Erscheinungswelt unter ein Causalitätsgesetz bringt.

Um diesen neueren Charakter der Naturwissenschaften in seinem wahren Lichte und Werthe verstehen und beurtheilen zu können, wird es erforderlich sein, einen Blick auf die Geschichte der Naturerkenntniß und ihrer Behandlungsweise zurückzuwerfen. Eine kurze, historische Skizze wird genügen, den Entwickelungsgang dieser Wissenschaften vorstellig zu machen, aber auch den Beweis geben, daß dieselben später, als alle anderen Bildungs- und Entwickelungsmittel der Menschheit, im Staate und Leben heimisch und von Einfluß auf das Leben wurden. Dazu fehlte es in den frühesten Zeiten der Culturvölker an Ruhe und Zeit. Die Gründung der Staaten, die Ordnung und Sicherheit derselben, die politische und religiöse Gesetz-

gebung, die Kriege und rechtlichen Interessen der Menge und des Einzelnen consumirten lange die ausschließliche Aufmerksamkeit der Gebildeten. Und als das Eigenthum gesichert war, da wollte man genießen und des Errungenen froh sein, da mahnte zugleich das religiöse Bedürfniß die Menge an eine übersinnliche, unkörperliche Welt; so wirkten auf der einen Seite Zerstreuung und Genuß, auf der anderen Seite Abwendung von der Natur durch den Himmel des Glaubens dahin, daß eine Naturwissenschaft noch nicht dem Namen nach existirte, als längst eine Wissenschaft vom Staate, eine Jurisprudenz und Theologie, eine Philosophie und die schmeichelnde, dem Staate und dem Glauben huldigende Schaar der schönen Künste ausgebildet, geschützt und begünstigt waren. —

In den ältesten Zeiten des Menschengeschlechts war an eine Wissenschaft der Natur umsoweniger zu denken, als der Geist noch in der Kindheit lag und der sinnliche Mensch nur die Gaben der Natur benutzte und genoß, wie sie sich ihm gerade darboten, ohne weiter darüber nachzuforschen. Was bedurften diese Völker auch der Enthüllung der Naturkräfte, der Dienstbarmachung derselben zum Nutzen des Lebens, der Erweiterung der Schranken, um über die engste Heimat hinaus neue Gegenstände zu suchen und das Material der sichtbaren Welt zu vermehren, da sie nichts weiter verlangten, als in der einfachsten Weise und, ohne Concurrenz und Gewerbseile zu kennen, nur Nahrung und Bekleidung zu finden, welche die Jagd und der Fischfang, die Viehzucht und der Ackerbau überflüssig gewährten?

Als erst Staat, Wissenschaft und Kunst in das Leben einkehrten, wie wir es bei den frühesten Chinesen und Aegyptern aus ihren nachgelassenen Culturspuren rückschließend erkannt haben, da konnte auch die Natur ihrer Aufmerksamkeit nicht entgehen, aber sie standen vor ihr wie vor einem unermeßlichen, bald lockenden, bald drohenden Geheimnisse, dem sie ihre Anbetung oder Furcht zollten und, ohne irgend eine innere Ge-

setzmäßigkeit in der bunten Reihe der Erscheinungen zu ahnen, faßten sie nur die vereinzelten, in die Augen springenden Phänomene auf, aber hielten den Verkehr mit den Naturkräften fern vom Leben, als priesterliches Geheimniß.

Je reicher die Natur ist, welche ein Volk umgibt, je mannigfaltiger sie freiwillig, ohne Mühe und Arbeit, ihre Schätze zum Unterhalte der Menschen spendet, umsoweniger fühlen diese die Nöthigung, sich mit der Natur näher zu beschäftigen; sie finden ja am Wege, was sie bedürfen, die Dattel ist Nahrung für Alle, die wildwachsende Saftfrucht dient jedem Vorübergehenden zur Mahlzeit und Erquickung. — Sie brauchen nicht, wie in ärmlichen, nordischen Gegenden oder, wie bei uns, in der gesteigerten Noth der Uebervölkerung, durch Nachforschung und Arbeit die Natur näher zu ergründen und ihre Producte mühsam zu erringen, sie sind der Mühe und Anstrengung überhoben, die Naturkräfte kennen zu lernen und auf den Nutzen des Lebens zu richten, um ihnen abzugewinnen, was sie nicht freiwillig auf den Weg der Menschen abwerfen. In einer solchen reichen Natur lebte das cultivirteste Volk des classischen Alterthums, das griechische, deshalb kannte es keine Naturwissenschaft, obgleich Staat und Kunst ausgebildet waren. Sie hatten nur Sinn für die Schönheit der Erscheinungswelt, höchstens für eine nützliche Erfahrung, die ihnen die Natur gelegentlich und ungefragt in die Wirthschaft schenkte, und bei ihrer Richtung, allem Körperlichen zugleich das Geistige abzulauschen und den Geist immer in seiner entsprechenden Erscheinungsform zu suchen, war es bei ihnen auch nur eine Vergeistigung der Natur, welche die mangelnde Naturwissenschaft ersetzte.

Noch weniger waren die Beherrscher der damaligen Welt, die Römer, geeignet, ihre Eroberungen auch in das Reich der Natur auszudehnen. Herrschsucht, Waffenthat und Gesetzgebung beschäftigten ihr Leben, die einzige Wissenschaft, welche sie aus-

zubilden vermochten, weil sie ihr praktisches Interesse förderte, war die Rechtswissenschaft; sie hatten keine Ahnung davon, daß in der Natur mächtigere und ewigere Gesetze walteten, als die ihrer Republiken und Monarchien, sie hatten weder Ruhe noch Sinn für stillere Betrachtungen, und als endlich ihre Größe und Kraft in verweichlichenden Luxus ausartete, da war die reiche, milde Natur freigebig genug, ohne den Schweiß der Arbeit vom Menschen zu fordern, ihm seine Genußsucht zu befriedigen. —

Die Zeit der großen Völkerwanderungen, deren Spuren von Krieg und Zerstörung bezeichnet waren, konnten nach Roms Falle keiner Wissenschaft günstig sein. Von dem kämpfenden, verwirrten Europa flohen die Künste und Wissenschaften fort in die stilleren Gegenden der alten Welt und fanden in asiatischen, abgeschiedenen Landschaften eine Zufluchtstätte, von wo sie später wieder, durch arabische Ueberlieferungen und die religiösen Züge der Christen in das heilige Land, nach Europa zurückgeführt wurden. Hier fanden auch manche, bis auf die Gegenwart wichtig gebliebene Kenntnisse von der Natur ihre stille Pflege und Wiederkehr und namentlich waren die mathematischen Erforschungen des Naturlebens in ihren Anfängen Gegenstand und Vorschule einer späteren Naturwissenschaft geworden. Das zum deuschen Kaiserreiche erstarkte christliche Volk begünstigte die Wissenschaft, indem das nach Beschäftigung drängende, müssige Klosterleben die Ruhe beobachtende Muße gewährte, und andererseits die von den aufblühenden Städten bedingte dichter zusammengedrängte Bevölkerung, der Handel und die Gewerbe, eine größere Aufmerksamkeit auf die Bedürfnisse und Mittel zu ihrer Befriedigung erweckten. Man fing an, die Natur zu erforschen, ob sie nicht die Bedingungen eines größeren Ertrages ihrer Producte sich ablauschen oder abzwingen lasse. Die Entdeckung Amerikas führte eine Unzahl neuer Naturkörper in das europäische Leben ein, die Begierde darnach wuchs

mit dem Drange nach Erforschung und dem Streben nach Mehrerem — der Handel fand neue Stoffe und neue Wege des Absatzes — das Wissen wurde ein immer allgemeiner empfundenes Bedürfniß und man gründete Universitäten als Lehr- und Pflegestätten der Wissenschaften. — Freilich fand die Naturerkenntniß noch immer nicht ihre selbstständige, wahrhafte Stellung, sie wurde Dienerin anderer Wissenschaften und Interessen. Einmal sollte sie dem Handel und dem Verkehre dienen, indem sie die Bekanntschaft mit den Naturkörpern vermittelte, auf Wege sinnen mußte, um der Natur reichere Schätze abzugewinen und auch die Liebhaberei an Curiositäten befriedigte; zweitens aber und vornehmlich sollte sie eine Vorschule für das Studium und den Beruf der Aerzte sein, die, um Krankheiten heilen zu können, auch von der Natur Kenntnisse haben mußten. So kam es denn, daß Naturwissenschaften fast ausschließlich zum Zwecke der Medicin oder doch nur von Aerzten aus besonderer Neigung in größerem Umfange cultivirt wurden und die Anwendung der Resultate eigentlich nur für die Medicin nützlich wurden. Chemie, Physik, Anatomie, Physiologie, Botanik u. s. w. waren nur ärztliche Hülfswissenschaften, während Astronomie die gelegentliche praktische Nebenbeschäftigung der Mathematiker ward. Von einer Geologie wußte man nichts, jeder Liebhaber trieb irgend einen Zweig, man sammelte, experimentirte auch wol, der Dilettantismus suchte sich mehr zu amüsiren, als zu belehren, aber in stiller Zelle des Klosters oder bürgerlichen Hauses lebte mancher Geist für das innere Wesen der Natur und suchte ahnend das Gesetz, während vor der Oeffentlichkeit der Hanswurst der Naturwissenschaft, der Alchymist und der Wunderdoctor von Geheimnissen prahlte, welche die Natur weder besitzt, noch ihnen am wenigsten verrathen haben würde. —

So ging die Naturwissenschaft in das vorige Jahrhundert über und durchlebte die geistigen Bewegungen desselben, um

die neueste Zeit nach mancherlei Schicksalen und Wandlungen zu erreichen. Ihre Entwickelungsgeschichte charakterisirt sich durch das allmälige Entfalten zur Selbstständigkeit und zwar durch das Erkennen des Zusammenhanges aller Naturerscheinungen untereinander und des waltenden Gesetzes im Großen und Kleinen. Wie Samenkörner einer reifen Frucht löseten sich die einzelnen Fächer von der summarischen und daher oberflächlichen Naturbetrachtung ab, um sich selbstständig zu entwickeln und dem Ganzen durch genaueste Erforschung des engeren Gebietes aufklärend zu nützen; so entstand eine selbstständige Chemie, eine Physik, eine Geologie u. s. w. und erst eine wahrhafte Fachwissenschaft. Damit hat sie aber auch die Bedeutung der Natur für das Menschenleben erkannt, und als Eingeweihete in den Plan der Schöpfung emancipirte sie sich von dem untergeordneten Handlangerdienste, den sie den Aerzten, dem Handel und Geldgewerbe leisten mußte, sie wurde selbst eine maßgebende Wissenschaft, bei der jetzt unterthänigst die stolze und doch rathlose Medicin anklopft, um sich eine Belehrung zu erbitten; bei der alle Gewerbe und weltlichen Speculationen des Nutzens Anweisung und Auskunft holen, die der Land- und Forstwirthschaft, dem Haushalte der Völker und des Einzelnen, dem reichen Fabrikanten des Rübenzuckers bis zum munteren Seifensieder Rath, Stoff, Methode und Vortheil bietet. Und selbst die dünkelhafte Philosophie, die einst, und vor wenigen Jahren noch, in ihrem Begriffs- und Uebergriffsstolze eine Naturwissenschaft aus dem reinen Denken schaffen und eine Natur construiren wollte, wie man ein uneheliches Kind adoptirt und ihm einen Namen gibt — auch sie muß sich jetzt von der Naturwissenschaft mit handgreiflichen Gründen maßregeln lassen und weiß nichts darauf zu antworten als ein vornehm verlegenes Gesicht dazu zu machen. — Nur eine Feindin hat die Naturwissenschaft noch nicht ganz besiegen oder versöhnen können, weil beide um die Weltmacht ringen — es

ist die mit weltlichen und kirchlichen Waffen ausgerüstete systematische Verdummung der Menschen. —

Wenn wir, nach diesen allgemeinen historischen Ueberblicken, nunmehr das Gebiet der Naturwissenschaft in ihren Behandlungsweisen und wesentlichen Entwickelungsphasen noch einmal an uns vorüberziehen lassen, so wird uns der Charakter der letzten funfzig Jahre nicht mehr zweifelhaft bleiben und, im Vergleiche mit der früheren Zeit, in seinem entschiedenen Gegensatze zu derselben, um so einleuchtender und erfreulicher erscheinen.

Versuchen wir es, in möglichster Kürze diesen Entwickelungsgang darzustellen. —

Immer in einzelnen Menschenköpfen hat die geistige Entwickelungskraft die Samenkörner der Erkenntniß still genährt und sie, wenn auch oft dem öffentlichen Leben verborgen bleibend, durch die Generationen hindurch veredelt. So haben wir auch in der Naturwissenschaft eine Reihe von Persönlichkeiten zu nennen, welche vom Geiste der Menschheit auserwählt waren, Erwecker, Pfleger und Träger der Erkenntniß zu sein, bald still sammelnd und forschend, bald öffentlich ausstreuend und lehrend. —

So beginnt die Naturbetrachtung zuerst in Griechenland mit Aristoteles, dem eigentlichen Vater der Naturgeschichte. Seine Kenntnisse repräsentiren die gesammte Naturwissenschaft des Alterthums und eines großen Theiles des Mittelalters, er war, auch in seinen Schülern, lange Zeit die einzige Autorität. Er übte und lehrte zuerst das Sammeln sinnlicher Erfahrungen über die Formen und Eigenschaften der Naturkörper, benutzte alle aus frühesten Perioden ihm überlieferten Ansichten und Kenntnisse von der Natur, unterschied und verglich mit eigenen Sinnen, trug einen großen Reichthum neuer, geläuterter Beobachtungen hinzu und erweiterte den Blick in das Bildungsleben der Natur, indem er zuerst mit dem Secir-

messer die Thiere zerlegte, um deren inneren Bau kennen zu lernen.

War seither die Natur ein Gegenstand mystischer Geheimnißsucherei gewesen, so entwand sie Aristoteles zuerst diesem unfruchtbaren Mysticismus und gab ihr die erste Anlage zu einer wissenschaftlichen Entwickelung, indem er die Erscheinungswelt sinnlich objectiv beobachtete und erfahrungsmäßig unterschied und auffaßte. Seine Lieblingsbeschäftigung war die Zergliederung der Thiere; es blieben ihm, außer den Pflanzen, doch mehr oder weniger Mineralien, physikalische und chemische Erscheinungen, organische Lebensprocesse noch fremd, aber der Bau und die Lebensweise der damals bekannten Thierwelt, die Anatomie und Zoologie wurden durch seine eigenen Arbeiten der erste feste Grund für einen ferneren, ausgedehnteren Aus- und Aufbau.

Es konnte dem aristotelischen Beobachtungssinne dabei nicht die abnorme Lebenserscheinung entgehen, und so lernte er die Krankheiten der Hausthiere kennen und gründete eine Thierheilkunde, welche, als engverbundener Theil der Landwirthschaft, sehr bald von den ökonomischen Schriftstellern damaliger Zeit eifrig aufgefaßt wurde, während gleichzeitig die Beobachtungen des Aristoteles bei Thieren Anwendung auf den ähnlich gedachten Bau und Lebenszustand des menschlichen Organismus fanden und eine so entschiedene Richtung in die Medicin nahmen, daß sehr bald die von Aristoteles neu begründete und dem Mysticismus entwundene empirische Naturerkenntniß aus ihrer Selbstständigkeit gebracht und eine Dienerin der damaligen Heilkunde wurde.

Nunmehr gewann diese selbst an Ansehen und Bedeutung; hervorragende Männer fanden Interesse an der Medicin, machten sie zu ihrem Berufe und übten die aristotelische Schule der Anatomie und Zoologie, um aus dem Baue der Thiere auch den Menschen kennen zu lernen. In diesem Streben erwachte

aber nun auch bald das Bedürfniß, neben der Thierwelt auch die Pflanzen und Mineralien durch sinnliche Untersuchung näher zu erforschen, denn sie boten ja der Heilkunde Medicamente dar, sie nützten der Landwirthschaft, welche, neben der Heilkunde, am meisten die Aufmerksamkeit auf die Natur hinlenkte. Obgleich Aristoteles selbst schon anfing, Pflanzen zu untersuchen, so fanden die weiteren Anwendungen seiner neuen Erkenntnißquelle doch in seinen Schülern und Nachfolgern eine weitere Ausbildung in den einzelnen Naturreichen. Die Anatomie und Physiologie wurden von Eudemus und Kallisthenes vertreten, für die Botanik und Mineralogie wirkte Theophrast, der Physik wendete sich Strabo zu, während die Landwirthschaft sich der Thierheilkunde in den Bestrebungen und Schriften der Karthaginienser Mago und des älteren Cato bemächtigte und Cornelius Celsus die Thierheilkunde für die Oekonomie des praktischen Nutzens umfassend bearbeitete.

Die Beschäftigung mit Pflanzen und Thieren wurde dadurch eine Modesache geistvoller oder egoistischer Menschen, welche entweder der Wissenschaft oder sich selbst nützen wollten; selbst Könige von Aegypten, Sicilien und Cappadocien verschmäheten es nicht, eifrig mit dem Scalpell die Thiere zu zergliedern, mit Botanik und Arzneimittellehre sich zu beschäftigen, Zoologien und ackerbaukundige Schriften zu verfassen. —

Daß Aristoteles namentlich die Thierwelt zum Gegenstande seiner Forschungen machte und daß diese sobald in das landwirthschaftliche Interesse der alten Völker einschlugen, liegt einmal in der natürlichen Verknüpfung der Natur mit dem Leben, das andere Mal aber in der damaligen Anschauungsweise und dem heiligen Cultus der Zeit. Die Bekanntschaft mit der Thierwelt mußte nothwendig auf die Zucht der zahmen und auf die Bekämpfung der wilden führen, damit hingen Pflege und Krankheiten, Bodencultur, Epidemien, Heilkunde und medicinische Polizei innig zusammen. — Außerdem aber

standen die Thiere bei den alten Völkern in hohem Ansehen, sie waren Gegenstand der Mythologie, Poesie und Geschichte, Jobs Gesang feierte das Pferd, David, der Hirtenknabe, besang die Hausthiere, der Hund des Ulysses, die Pferde des Achill, der den Thieren gewidmete ägyptische Tempeldienst, Hesiods Fabeln, das dem Menschenleben so nahe gerückte Thierleben in den Erzählungen eines Herodot, Xenophon oder Plutarch lebten in der Vorstellungswelt und im Munde des Volkes.

Hierzu kam noch ein anderer Hebel des Interesses. — Aristoteles und seine Schüler hatten die Gefühle, Instincte, Kunsttriebe und Seelenthätigkeiten der Thiere mit denen der Menschen verglichen und dadurch die ersten Andeutungen zu einer Thierseelenkunde gegeben. Was war in damaliger Stimmung der Gemüther natürlicher und näher, als eine engere Anknüpfung des Menschenlebens an das Leben der Thiere, zumal man erkannte, wie Wohlstand und Armuth, Gedeihen und Krankheit von der besseren oder schlechteren Benutzung der Hausthiere abhing.

Den ersten Anfängen der Botanik, wie sie Aristoteles und Theophrast durch vergleichende Beobachtung der Pflanzenwelt hervorriefen, war die Weltanschauung der alten Völker nicht minder günstig. Gehörten die Pflanzen doch auch zu den Gegenständen der heiligen Verehrung und ist es doch nicht unmöglich, daß gerade die psychologische Bedeutung der Thiere und Pflanzen und deren mythologisches und geistiges Verhältniß zum Menschen, selbst den Aristoteles mit dem ersten, vorherrschenden Interesse dafür erfüllt hat. Die Verehrung oder der Respect, welcher der Pflanzenwelt in dieser Weise gezollt wurde, ging aus dem Bewußtsein hervor, daß die Pflanzen dem Menschen Vergnügen, Nahrung, Kleidungsstoff, Gifte und Heilmittel darbieten, daß sie zum Aufbau der Wohnungen, zur Anfertigung vielfacher Geräthschaften dienen. So wurde die

Palme die erste Mutterbrust der Menschheit, so fanden die Mistel der Druiden, welche, wenn auch schmarotzend auf der nordischen Eiche wachsend, am sechsten Tage des Neumondes von weißgekleideten Priestern mit goldener Sichel abgeschnitten wurde, um zu einem heiligen Getränke zu nützen — ferner der Oelbaum der Minerva, die Eiche vom Mambra der Israeliten ihre Bedeutung. In den botanischen Schriften des Theophrast, der die Gegenden erforschte, welche ihm die siegreich vordringenden Kriegsheere des großen Alexanders eröffneten, findet sich schon eine verständige Beschreibung der verschiedensten Pflanzenarten, namentlich des Korns, und eine praktische Anwendung der Naturerfahrung auf Düngen, Säen und Erndten der Felder, auf das Pflanzen, Beschneiden und Pfropfen der Bäume.

Durch denselben Theophrast wurde auch der erste Grund zur künftigen Mineralogie und Erdkunde gelegt; er betrachtete die Steine und Metalle, verglich sie miteinander, obgleich dieses Gebiet, wegen der geringeren Verschiedenheit der Unterscheidungsmerkmale, immer noch im Keime liegen blieb. Das zufällige Begegniß des Herodot, daß er, auf Aegyptens Bergen wandelnd, hier auf der Höhe zahlreiche Seemuscheln fand, leitete ihn auf den Schluß, daß hier oben einst das Meer geherrscht haben müsse — ein Gedanke, den spätere Jahrhunderte zu einer großartigen, das ganze Erdleben enthüllenden Wissenschaft ausgebildet haben.

Der Verstand der Menschen begann in sein Recht der sinnlichen und abstracten Schluß- und Begriffsfähigkeit zu treten. — Die Mathematik lehrte Raum, Größe, Verhältniß und Bewegung unter unwandelbare Gesetze zu bringen und suchte die erkannten Wahrheiten anwendbar auf die Erklärung der Erscheinungen zu machen. Das Licht der Sonne in seiner Beziehung zur Erde, die Ortsveränderung der Gestirne, Tag und Nacht, der Temperaturwechsel, die Folge der Jahreszeiten, der Schall, die Gewitter- und Wolkenbildung, das Fallen und

Verbrennen der Körper ꝛc. führten die Beobachtung auf Astronomie und Physik, und Aristarch von Samos, Eratosthenes und Hipparch begannen eine astronomische Naturkunde über die nächste Erdnatur hinaus in das kosmische Unermeßliche zu richten und eine Kenntniß des Himmels vorzubereiten, bis endlich Pythagoras eine neue Bahn brach, indem er für eine empirische Erfahrung den Beweis der Nothwendigkeit lieferte, und durch seinen berühmten mathematischen Lehrsatz die für die gesammte naturwissenschaftliche Größen- und Gesetzbestimmung so wichtige Lehre vom Dreiecke begründete.

Indessen — von einer Wissenschaft war immer noch nicht die Rede — es war Alles nur eine Experimentirkunst, die nur allgemeine, der Erfahrung abgewonnene Regeln erkannte, aber die Ursachen und den inneren Zusammenhang der Erscheinungen nicht ahnte. Die ganze Naturerkenntniß von Aristoteles bis auf die vorletzte Periode der neuen Zeit war nichts weiter, als ein Sammeln und Vermehren des Materials, ein Unterscheiden und Gruppiren des Aehnlichen und Unähnlichen, ein Experimentiren und Finden ohne Grundsätze, nur auf gut Glück — es fehlte noch der Sinn für die Anschauung der hinter und zwischen den Erscheinungen liegenden Bedingungen, derjenige innere Sinn, welcher das sinnlich Erfahrene durch den Beweis geistig zur wissenschaftlichen Wahrheit zu machen versteht. So kam es denn auch, daß man schon in frühen Zeiten der Naturbetrachtung unzählige Körper kannte und systematisirte, daß man säete und pflanzte, Mühlen bauete und Wasserpumpen anlegte, daß man die Zeitmaße des Erdumlaufes, der Jahreszeiten und die Mondfinsternisse berechnete, Glas und Porzellan verfertigte, Metalle aus ihren Erzen schied, Feuer und Gährung benutzte, ohne die Bedingungen des Pflanzenlebens, das Gesetz der Schwere, den Druck der Luft, die Combination der Elemente, den Sauerstoff und seine Wirkungsweise zu kennen — ebenso wie noch heute das ungebildete Volk, der rohe Handwerker, die

Resultate der Naturwissenschaft gebraucht, ohne die Ursachen und Kräfte zu kennen, welche für ihr Gewerk und Lebensbedürfniß arbeiten.

Aber um das Gesetz in der Natur zu finden, um von der bloßen, gedankenlosen Erfahrung zu Schlüssen auf Wesen und Ursachen der Erscheinungen zu kommen, mußte die Kunde von der Natur noch eine lange Reihe von Schicksalen erfahren und der Menschengeist selbst erst reifer werden. —

Knüpfen wir an Aristoteles wieder an. —

Das Heidenthum hatte eine Weltanschauung, welche dem wahren Wesen der Natur immer fern stand; sie, die Griechen und Römer, verehrten die rohen Naturgewalten als Gottheiten und die nächstliegenden Ursachen der Erscheinungswelt verhüllte ihnen der heidnische Aberglaube. Erst später, als man von der Natur zur letzten Ursache derselben, auf Gott geleitet wurde, als man den Geist des Schöpfers in seiner ewigen Logik von Ursache und Wirkung durch die ganze Erscheinungswelt ausgedrückt fand, als das Christenthum in seinem unverfälschten Grundgedanken durch das Bewußtsein der glücklicheren Völker leuchtete, da erst wurde die Naturwissenschaft auf die rechte Bahn und auf ihr in das geistige Leben der Menschheit geführt, sie wurde eine treue Begleiterin derselben in der Erkenntniß Gottes. —

Aristoteles, der griechische Heide, hatte, obgleich Vater und erster Erwecker der Naturbetrachtung, von der großartigen Entwickelung seiner Kinder keine Ahnung. Sein tiefster Blick drang nur bis auf die innere Organisation der von ihm anatomirten Thiere vor, und nach diesen Aehnlichkeiten in Bau und Gewebe faßte er sie zunächst in gewisse allgemeine Gruppen zusammen. Dabei war ihm insbesondere die Erzeugungs- und Fortpflanzungsweise der Thiere von Wichtigkeit und er betrachtete deren Eigenthümlichkeiten, namentlich an Seethieren, mit einer solchen Klarheit des Sinnes, daß jetzt noch in unseren Tagen manche

neue Entdeckungen bestätigend auf seine damaligen Angaben zurückweisen. Weniger Aufmerksamkeit und Bedeutung zollte er der äußeren Gestalt und Charakterbeschreibung der Thiere, er mußte dieselben für so allgemein bekannt halten, daß er die bloße Anzeige des gebräuchlichen Namens für genügend und allverständlich erachtete, und nur zuweilen, zur Bezeichnung größerer Gruppen oder zur Unterscheidung geringerer Unähnlichkeiten einzelne, hervorstechende Merkzeichen und Signaturen hinzufügte. Sein ganzes Streben, von der einfachen und erhabenen Naturanschauung des griechischen Religionscultus durchhaucht, hat den Charakter eines unermüdlichen Fleißes, einer nüchternen, objectiven Ruhe, Thatsächlichkeit und Schlußfolgerung, einer vorsichtigen Abgrenzung der beobachtenden Körper, ohne Hang zum Systematisiren und durchgehends von Ueberzeugung durchdrungen. — Und diesem Streben lieferte ein großer Mann, der zugleich sein Schüler war, Alexander von Macedonien, die umfangreichsten Hülfsquellen. —

Aristoteles und seine Schüler, von denen ich vorhin die hervorragendsten genannt habe, stehen wie Lichtpunkte über einer düsteren, öden und gespenstischen Heide da, wenn man sich in das Mittelalter versetzt und in die Ferne zurückschauet. Mit dem Verfalle des griechischen Alterthums fiel auch die so frisch und gesund in das Leben getretene Naturwissenschaft in eine trostlose, Jahrhunderte dauernde Periode der Entartung. Das Christenthum, diese jugendliche Verwandte der Naturwissenschaft, verleugnete damals, in den Händen irrender oder falscher Erzieher, ihre ältere, ebenbürtige Schwester. Die übersinnliche Tendenz des Christenthums wendete die Geister, ganz gegen den wahren Lehrsatz des Heilandes, von der Natur ab und rief eine Abstraction, eine Philosophie des Uebernatürlichen hervor, in welcher man die einmal nicht wegzuleugnende Natur mit einer abstracten Definition abfertigte und sie, als Gegensatz des Göttlichen, dem Teufel überließ. So tödtete die

allmälige Ausbreitung des Christenthums jede andere, nicht religiöse und so auch jegliche Naturwissenschaft in den Völkern des neuen Testamentes. Höchstens versuchte es der, wie Unkraut oder Mistel auf edlen Stämmen, mit dem Christenthum parasitisch aufwuchernde Aberglaube, zuweilen der Natur ein Geheimniß abzuzwingen, aber nicht mit dem Verstande und der sinnlichen Beobachtung, sondern mit religiösen Beschwörungsformeln, philosophischen Machtsprüchen und Wunderthaten. Die Natur antwortete nicht darauf, sie bildete und zerstörte in unerschütterlicher Consequenz, und da man ihr Gesetz nicht kannte, welches der religiösen Beschwörungsphrase nicht gehorchte, so mußte ein gottesfeindliches Wesen darin walten und die Natur eine böse sein. Soweit versündigte sich die speculative Philosophie des christlichen Mittelalters an der Schöpfung Gottes. —

Da indessen die frommen, abstracten Menschen dennoch nicht gänzlich ohne Natur leben konnten, welche ihnen Früchte, Fleisch und Wein darbot, um bei den philosophischen Speculationen und religiösen Abstinenzübungen nicht zu hungern und dürsten, da sie außerdem durch Sonnenschein, Mondlicht, Blumen und Landschaft das Leben erquickte und gemüthlich machte, daneben aber auch Medicamente lieferte, den Stein der Weisen und mystische Lebenselixire in ihren Körpern verbarg, so erwachte allmälig die Neigung, sich auf vorsichtige Weise mit der Natur zu befassen, den Teufel zu bannen und das Geheimniß der körperlichen Dinge und Kräfte aufzusuchen. Man speculirte aus Eigennutz oder Wißbegierde auf Naturenthüllungen und trieb geistlose scholastische Untersuchungen, Geheimnißkrämerei und Alchymisterei, während die zu Aerzten sich ausbildenden Personen, ohne Kenntniß der Dinge selbst, nur mit eingebildeten Kräften experimentirten. Die Naturkräfte waren, weil die Physik von einem extravagirenden Glauben beherrscht wurde, nichts als unerklärt gebliebenes Wunder. —

Diese trostlose, finstere Zeit währte bis in die zweite Hälfte

des sechzehnten Jahrhunderts hinein. Ein freierer Geist brach sich durch die Fesseln und die Tyrannei der Vorurtheile hindurch; selbst in den engeren Kreisen der Kirche und Theologie rührte sich eine reformatorische, freiere Ansicht der Dinge. Die so lange verkannte Natur erregte die Aufmerksamkeit mancher rühriger Männer, welche das göttliche Walten in ihr ahnten. — Liebe und Freude zu und an der Natur machten sich zunächst in einer naiven Naturbetrachtung geltend; mit mehr oder weniger Vorurtheilen, Leichtgläubigkeit oder Wundersinn, immer aber mit einer kindlich religiösen Andacht, begann man zu sammeln, zu beobachten und zu studiren, man veröffentlichte in Schrift und Bild die Belustigungen und Anschauungen der Natur und lenkte das allgemeinere Interesse darauf hin. Thiere und Pflanzen, physikalische Erscheinungen an Erde und Himmel, führten auf zufällige Entdeckungen oder regten die Beobachtung an, so genau und minutiös, wie nur möglich, das Einzelne zu untersuchen. Da konnte Einer zeitlebens mit dem Bau der Insekten sich beschäftigen, ohne auch nur die mindeste Ansicht vom Thierleben und dessen Bedingungen im Allgemeinen zu erwerben, während ein Anderer mit frappanter Naturtreue Pflanzen malte, alle feinsten Organe kannte, aber die Lebensfunctionen derselben als ein unerklärliches Geheimniß betrachtete, das dem Inneren der Natur angehörte und dem erschaffenen Menschengeiste unzugänglich blieb.

Zunächst war es die menschliche Anatomie, welche als Dienerin der Heilkunde eine weitere Ausbildung erhielt; die bunte, anziehende Insektenwelt wurde von Swammerdam, Rösel, Réaumur, de Geer mit ungemeiner Geduld und Geschicklichkeit zerlegt, gezeichnet; man classificirte auf der einen Seite und verfolgte auf der andern mit unermüdlicher, scharfsichtiger Genauigkeit die Lebensweise und den Haushalt namentlich der kleineren Thiere, suchte nach neuen Exemplaren der gemachten Abtheilungen und Register, als Vorarbeiten einer künftigen Syste-

matik, während die strengere mathematische Erkenntnißmethode, wie sie schon der Astronomie eigen und unentbehrlich war, auch auf die Naturkunde Anwendung fand. Die Thierwelt erwarb besonders in Geßner und Aldrovandi umfassendere Bearbeiter, Swammerdam wies die Verwandlungen der Insekten nach und brachte damit einen klareren Zusammenhang in die verschiedensten Gestalten eines und desselben Thieres, wieder Andere, zum Beispiel Ray, fühlten die Nothwendigkeit, die anhaltlosen, meist ohne Kritik und tieferes Verständniß der Formen und ihrer Gesetze aufgestellten Classificationen und Compilationen durch eine andere, motivirtere Ordnung und Gruppirung zu ersetzen, bis endlich durch Linné, Anfang des achtzehnten Jahrhunderts, die scheinbare Gesetzlosigkeit in der Natur eine durchgreifende, auf formelle Merkmale gegründete Systematik und Gesetzordnung erhielt, indem er das Aehnliche gruppirte, das Unähnliche schied und jedem Naturkörper mit bewunderungswürdiger Logik seinen Platz und Namen in der übersichtlichen Anschauung der Natur gab. — Wer sollte das Linnésche Natursystem, die sogenannte künstliche Eintheilung der gesammten Thiere, Pflanzen und Mineralien in Art, Gattung und Classe nicht kennen gelernt haben? Suchen wir doch in unserer Schulzeit, bei den frühesten botanischen und zoologischen Excursionen, die Pflanzen und Thiere danach zu bestimmen. — Wie ein cultivirter Mensch sich vom wilden durch zwei Namen, einen Familien- und einen Taufnamen, unterscheidet, so erhob Linné die meist einnamigen oder namenlosen Naturwesen zur Höhe menschlicher Cultur, indem er ihnen einen Familiennamen, nach der Herkunft, d. h. nach den, eine Gattung umfassenden Merkmalen — und einen speciellen, individuellen oder Taufnamen, nach einem besonders bemerkbaren, äußeren Zeichen verlieh.

Mit Linné trat zuerst die strenge Logik in das Classificiren der Naturgegenstände und hiermit begann die Klarheit und

Genauigkeit der Naturkunde, obgleich damit dem inneren Leben der Erscheinungswelt nicht das mindeste Geheimniß entlockt wurde. Es war aber schon erstaunlich viel gewonnen, denn wer eine Einsicht in irgend einen Raum haben will, muß zuvor darin aufkramen und das Zusammengehörige von dem Ungleichen trennen. — Die Namen, welche Linné den Naturkörpern gab, sind bis auf den heutigen Tag noch dieselben und dürfen, mit wenigen Ausnahmen, nicht willkürlich geändert werden, weil Linnés Namensbezeichnung hinreicht, sich sofort und überall über einen Naturkörper zu verständigen. —

Hatte durch Linné die Körperwelt der Erde ihren Gesetzgeber gefunden, so war auch schon weit früher ein Gesetzgeber des Himmels aufgestanden und zwar im sechzehnten Jahrhundert in Kepler, dem Gründer der wahren, wissenschaftlichen Astronomie, der aber als Mensch leider ein Opfer des undankbaren, in Aberglauben versunkenen, deutschen Vaterlandes wurde. Da die Mathematik schon in frühesten Zeiten eine Beschäftigung ausgezeichneter Männer war, so konnte es nicht ausbleiben, daß sie allen, auf mathematische Gesetze zurückführbaren Naturerscheinungen weit eher eine wissenschaftliche Erklärung zu geben vermochte, als die reine sinnliche Beobachtung bei den Körpern der Erde zu geben im Stande war. Die Natur und Bewegungen der Himmelskörper erregten sehr bald die Aufmerksamkeit der Denker und die Mathematik vermochte hier die Brücke für das Vordringen des Geistes in die unermeßlichen Fernen zu bilden. Freilich waren es allein die Bewegungen der Himmelskörper, welche sie zu erklären die Fähigkeit besitzt, da der Mangel raumdurchdringender Instrumente, wie wir sie jetzt haben, über die Beschaffenheit der Weltkörper völlig im Dunkeln ließ.

Der alte Ptolomäus, welcher im zweiten Jahrhunderte auf der Schule zu Alexandrien lebte, machte sich zuerst an das große Problem, die Stellung der Erde im Weltraume und die

Bewegungen der Planeten zu deuten. Nach seiner Meinung steht die Erde in der Mitte von elf concentrisch sie umkreisenden Körpern, nämlich der Sonne und Planeten, fest, das ganze Heer der Sterne dreht sich also um unsere, zu einem hohen Range im Weltraume erhobene Erde. — Den älteren ägyptischen Astronomen fiel es aber auf, daß bei diesem Systeme des Ptolomäus die beiden Planeten Merkur und Venus, welche, wie wir heutiges Tages wissen, zwischen Sonne und Erde ihre Umlaufsbahn um erstere haben, niemals der Sonne gegenüber gesehen wurden, was doch, wenn sie mit ihr um die Erde rotirten, zu gewissen Zeiten der ungleichen Bahnstrecken geschehen müßte. — Man schloß deshalb beide genannte Planeten von der Ansicht des Ptolomäus aus und nahm an, daß sie sich um die Sonne bewegten, und mit dieser, wie die übrigen, um die Erde.

Wurde der Schluß des funfzehnten Jahrhunderts für die Erweiterung der Erdkunde und Kenntniß neuer Erdnatur durch die Entdeckung Amerikas ein folgewichtiger, so feierte die mathematische Naturwissenschaft in der Mitte des darauf folgenden Jahrhunderts einen der großartigsten Triumphe in der Anschauung des Copernicus, der zuerst die unwiderlegbare Wahrheit lehrte, daß die Sonne der feste Mittelpunkt unserer Planetenwelt sei und unsere Erde sich ebenso, wie Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn (weitere Planeten kannte man nicht) um die Sonne, und zwar in immer größeren, concentrischen Kreisen bewegen. Hiermit traten nun die sämmtlichen Erscheinungen am Himmel in ein ganz neues Licht, man lernte ihre Veränderungen und Umlaufszeiten verstehen, obgleich immer noch nicht das Gesetz gefunden war, welches die Bewegungen jener Weltkörper bestimmte. Dazu hatte die Geschichte der menschlichen Erkenntniß den Mathematiker Johann Kepler ausersehen. Der Entdecker eines Naturgesetzes ist zugleich der Gesetzgeber, indem er das Gesetz zum Bewußtsein bringt und damit dem Menschengeschlechte verwirklicht.

Hatte Copernicus den wissenschaftlichen Muth gehabt, die alte, geheiligte Lehre von der Ruhe unserer Erde im Mittelpunkte der Welt für immer zu zerstören, so war er doch nicht fähig gewesen, die Bahnen selbst richtig aufzufassen und namentlich Abweichungen zu erklären, welche in den planetarischen Bewegungen bemerkt wurden und sich periodisch wiederholten. Copernicus hatte noch die Vorstellung von kreisförmigen Bewegungen um die Sonne und suchte, wie schon die Griechen thaten, die Unregelmäßigkeiten der Umlaufszeiten und Entfernungen vom Mittelpunkt durch einen excentrischen Kreis zu erklären. Dem suchte zwar der Günstling Friedrichs II. von Dänemark und der Astronom wie Astrolog Kaisers Rudolph in Prag, Tycho de Brahe, eine neue, bessere Deutung zu geben, indem er die Sonne zwar als Mittelpunkt der Planetenbahnen betrachtete, aber sie sich in einem Kreise bewegt dachte, dessen Mittelpunkt die ruhende Erde sein sollte. Er rief danach die religiöse Ansicht von der Erde, als festes Centrum der Welt, wieder in ihr vorurtheilvolles Recht zurück und ließ um sie die Sonne kreisen, als beweglichen Mittelpunkt der anderen, umlaufenden Planeten. — Kepler klärte durch die Auffindung der großen Weltgesetze diesen Irrthum vollständig auf, indem er, die copernicanische Lehre für wahrhaltend, nunmehr die Abweichungen der Bewegungen und Zeitverhältnisse, welche die excentrische Kreislinie der Bahnen nicht zu erklären vermochte, auf durchgreifende, mathematische Gesetze zurückführte. Er erkannte das Gesetz, daß die Bahnlinien um die Sonne nicht Kreise, sondern Ellipsen sind, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, also eine kleine und große Axe zu den beiden Scheitelpunkten der Ellipse zu ziehen sind, welche die kreisenden Planeten einmal in die Sonnennähe, das anderemal in die Sonnenferne bringen; er berechnete mit unabweisbarer Folgerung, daß die Bewegung der Planeten auf elliptischen Bahnen in gleichen Zeiten auch gleiche Räume beschreibt und daß sich die Quadrate

der Umlaufszeiten der Planeten wie die Würfel ihrer mittleren Abstände von der Sonne verhalten. — Somit hatte denn die mathematische Naturwissenschaft Ordnung in das Weltgebäude gebracht, indem sie die Gesetze des Schöpfers fand.

Aber die damalige Zeit wußte keine Anwendung auf die Wissenschaft der Natur im Allgemeinen davon zu machen. Mußte doch Kepler selbst, im Kampfe mit Armuth und besserem Bewußtsein, seinem Kaiser das Horoscop stellen und die Sterndeuterei treiben, sollte er doch später in Wallensteins Diensten den Astrologen spielen, den man höher, als den Astronomen, den Mann der Wissenschaft, in ihm achtete. Und was hatte die Naturwissenschaft zu gewärtigen, wo ein Giardono Bruno verbrannt und ein Galilei vor die Inquisition gestellt und jede naturwahre Lehre verketzert und fanatisch verfolgt wurde! Aber auch selbst in den erleuchteten Köpfen spukte der düstere, phantastische Geist des damaligen Jahrhunderts; — Kepler, der klare, mathematische Denker, war ein Kind seiner Zeit, gleich seinen Vorgängern und Nachfolgern in der Naturwissenschaft, auch er hatte, bei allem scharfen Verstande, doch den mystischen Zug seines Jahrhunderts in seine lebhafte Einbildung aufgenommen, denn er schrieb auch über die Seelen der Geister und Elemente, er vertrat die närrische Ansicht, daß die Erde ein fühlendes Thier sei, das man zur Leidenschaft, zu Stürmen und Erdbeben aufreizen könne, wenn man einen Stein in eine tiefe Schlucht oder in einen See werfe — er vertiefte sich in die Phantasie, daß die Welt eine Sphärenmusik sei, worin Jupiter und Saturn die Bässe, Mars den Tenor, Venus und Erde die Altstimmen und Merkur den Discant vorstellten. — Man erkennt schon aus diesen wenigen Andeutungen den unwissenschaftlichen Charakter der ganzen damaligen Periode. —

Wenden wir uns zu der Wissenschaft von der Natur der Erde und ihrer Körper zurück. — Die von Linné aufgestellte strengere Classification der Naturwesen nach äußeren Erschei-

nungszeichen hatte allerdings die erste Klarheit und Uebersichtlichkeit in das seither gesetzlos behandelte Chaos der unzähligen Thiere, Pflanzen und Mineralien gebracht, aber den inneren, natürlichen Zusammenhang noch nicht erklärt und zum Motive der Systematisirung erheben können. Seine Eintheilung war eine künstliche, auf eine zwar geistreiche, aber nicht absolut nothwendige Grundlage gebaut. Der Geist des vorigen Jahrhunderts war überhaupt dieser empirischen Erkennungs- und Bestimmungsweise nicht günstig. — Man fing an, dagegen mit philosophischen Gründen, welche das achtzehnte Jahrhundert beherrschten, zu opponiren, weil man zugleich, und nicht mit Unrecht, ein Mißbehagen an dem geistlosen Formelwesen fand, das Linné, ganz wider seinen Willen, bei seinen Nachfolgern veranlaßt hatte. Dem großen Naturforscher war es nicht eingefallen, den Zweck der Naturwissenschaft im Classificiren zu suchen; seine Gruppirung der Körper, ihre klare, charakterisirende Benennung und Unterscheidung nach Hufformen, Zähnen, Staubfäden &c., war ihm nur Mittel, um damit, wie der Schiffer mit dem Compaß, auf rechtem Wege sich für die noch unentdeckten Gegenden orientiren zu können; das übersahen seine empirischen Nachfolger, sie machten die methodische Anordnung zum Zwecke, bildeten ein völlig geistloses Formelwesen aus, suchten nach unbedeutenden, untergeordneten Merkmalen, freueten sich und nannten es wissenschaftliches Verdienst, irgend ein Thierchen, Pflänzchen oder Steinchen als neu oder besondere Unterart in das System einregistriren zu können und vergaßen darüber den Blick in das organische Gesammtleben der Natur.

Der entschiedenste Gegner dieser classificirenden Methode war Buffon, ein Mann von vornehmer Genialität, aristokratischem Stolze und geringschätzendem Blicke auf alle Männer, welche Linnés System zu vervollständigen strebten, oder sich mit Geduld und Zeit fordernden Untersuchungen einzelner Familien

oder kleiner Thiere und Pflanzen abmüheten. Er stellte an den Platz der empirischen, genauen Forschung die hochtönende Phrase, liebte nur das Vornehme und Glänzende in der Natur, wie z. B. Säugethiere, Vögel, schillernde Insekten, schrieb darüber in glatter, pomphafter Sprache für Vornehme und weckte in diesen Kreisen einen naturkundigen Dilettantismus, der bald Modesache der aristokratischen Welt wurde, aber der wahren Wissenschaft nicht nur gar nichts nützte, sondern durch Oberflächlichkeit und Unzusammenhang mehr schadete und verwirrte.

In diesen beiden naturwissenschaftlichen Richtungen sprach sich ganz und gar der Zeit- und Zopfcharakter der Periode vor der französischen Revolution aus, auf der einen Seite: Phraseologie, auf der andern: nüchternes, pedantisches Formelwesen. —

Wie das funfzehnte Jahrhundert mit zwei bedeutenden Erweiterungen der Naturerkenntniß, mit der Entdeckung eines neuen, an seither unbekannten Naturformen reichen Welttheils durch Columbus — und mit der Gesetzbestimmung der Weltkörperbewegung durch Copernicus schloß, so rief auch das scheidende achtzehnte Jahrhundert, dessen Geister und Lebensrichtungen durch die französische Revolution erschüttert und auf neue Bahnen getrieben wurden, zwei neue Träger der naturwissenschaftlichen Entwickelung auf die Bühne der öffentlichen Reformation des bisherigen Strebens nach Naturerkenntniß. Es waren wiederum zwei Männer, von denen der Eine (wie der Copernicus am Himmel) auf der Erde eine innere Gesetzmäßigkeit in den Formen und Lebensbewegungen der Geschöpfe entdeckte — und der Andere (wie Columbus die geographische Erweiterung des Lebens veranlaßte) nunmehr der wissenschaftliche Entdecker einer neuen Welt wurde. — Cuvier und Humboldt sind diese Männer, welche die Naturwissenschaft in die Richtung der Gegenwart, der letzten funfzig Jahre, einlenkten; Beide, in einem und demselben Jahre geboren, wirkten, von

einem gemeinschaftlichen Principe ausgehend, Jeder den Anderen ergänzend, auf Erweiterung des Terrains und auf neue, durch das Leben der Natur selbst bedingte Classification der Körperwelt. Cuvier machte zunächst die Thierwelt zum Gegenstande seiner Forschung und erkannte in der vergleichenden Anatomie das einzig richtige und natürliche Princip für die Unterscheidung und Zusammenstellung der Repräsentanten der Thierwelt. Die Vergleichung im großen Maßstabe machte aber eine ausgedehntere Bekanntschaft mit den Thieren aller Weltgegenden erforderlich, man konnte nur dann ein vergleichendes Urtheil zum Gesetz für Classification erheben, wenn man auf allen möglichen Punkten der Erde verglich — und hier kam Humboldt mit seinem Drange, ferne Gegenden und Welttheile zu durchforschen und die Schöpfung des Weltkörpers in allen ihren lebenden Bildern kennen zu lernen, dem Streben Cuviers entgegen. Damit rührte sich eine ähnliche Bewegung der Geister, wie zur Zeit der oceanischen Entdeckungen im 15. Jahrhundert, wo Columbus und Gama die Eroberer des Raumes wurden, der erst später für die Wissenschaft cultivirt werden mußte. Was Columbus nur geographisch entdeckte, das machte Humboldt zum wissenschaftlichen neuen Welttheile der menschlichen Erkenntniß. Cuvier drang auf Durchsuchung fremder Länder, Meere und selbst der inneren Schichten des Erdbodens, um die Gestaltungen der Jetzt- und Vorwelt miteinander vergleichen zu können, und Humboldt sammelte ihm dazu das erste und vornehmste Material, er suchte die fremden Küsten auf, um die Funde und Anschauungen mehrerer Welttheile zur Vergleichung zu stellen. — Und da der Weltreisende Land und Gestirne gleichzeitig sich ändern sieht, so verknüpfen sich auch gleichzeitig die Anschauungen von Erd- und Weltraum, und mit der Erde erweitert sich auch das Himmelsgewölbe vor dem erkennenden Menschen.

Die niedrigsten Thiere waren am wenigsten bekannt. Cuvier

studirte ihre Anatomie insbesondere, beginnend mit den Muscheln, Weichthieren und Strahlthieren des Meeres, und gelangte auf Resultate, welche ein neues Licht auf die Stelle der höheren Thiere in der Naturordnung warfen; er verglich die Knochenreste vorweltlicher, in ihren Gattungen untergegangener Thiere mit den Skeletbildungen der jetztlebenden und erkannte nicht nur das Verhältniß alter und neuer Schöpfungen zueinander, sondern auch das unterscheidende Bildungsgesetz, welches eine thatsächliche Classification allein begründen konnte, die innere Verknüpfung der entschiedenen Gestaltungsformen der Natur, welche allein zu einer umfassenden Anschauung derselben zu führen vermochte. Von jetzt an war die thatsächliche Methode der Naturforschung geweckt und sie eröffnete das neue Jahrhundert unserer Gegenwart, deren letzte funfzig Jahre zu vollenden strebten, was das Ende des vorigen Säculum in die neue Zeit übertrug. — Aber nicht ohne heftige Kämpfe um die Wahrheit sollte die thatsächliche, vergleichende Erkenntnißmethode, welche jede Speculation unerbittlich verwarf, und die Lücken der Beobachtung nicht mit Philosophie, sondern Erfahrung ausfüllen wollte, die Herrschaft in der neueren Naturwissenschaft erreichen.

Treten wir in das neunzehnte Jahrhundert ein. — Wir stehen damit zugleich vor dem Anfange des Zeitraums, dessen naturwissenschaftlicher Charakter und Einfluß auf das Menschenleben in diesem Buche besonders geschildert werden soll. Einige allgemeine Andeutungen der Zustände, aus welchen die neueste Zeit ihre Naturwissenschaft rettete, mögen hier, als Skizzen des geschichtlichen Hintergrundes, ihre Stelle finden.

Ueberall, wo eine entschiedene Richtung der Anschauung sich geltend macht, hebt sich mit gleicher Energie der Gegensatz, wie Licht und Schatten, hervor. Deutschland war von jeher das Land des Idealismus, der Speculation, der Principien; — die gedrückten äußeren Lebenstriebe hatten sich, vom Praktischen und Thatsächlichen zurückgescheucht, in die innere Gedankenwelt

der speculativen Philosophie geflüchtet und eine Wirklichkeit construirt, wie sie der Geist dachte und wünschte, ohne danach zu fragen, ob es sich dann auch draußen ebenso verhalte, wie in den engen Menschenköpfen. Das Motto hieß: das reine Denken oder der Begriff bestimmt Dies und Das und so muß es auch in der realen Welt sein, so wird man es finden, wenn man sich die Mühe geben wollte, einmal nachzusehen. — Dabei wurden nun die sinnlichen Beobachtungen so sehr vernachlässigt, daß man es für nichts Auffälliges hielt, über die Natur zu schreiben, ohne mit ihren sichtbaren Körpern jemals persönlich bekannt geworden zu sein.

Die thatsächliche Methode, welche von Frankreich ausging, fand zwar auch in Deutschland tüchtige Bearbeiter, und wir nennen hier nur Meckel, Rudolphi, Tiedemann, Treviranus, Endlicher, — aber es hatte sich bereits durch Schelling eine Naturphilosophie Bahn gebrochen, welche alle Classification der Naturkörper nach Merkmalen entschieden verwarf und dafür die Principien gefunden haben wollte, nach denen die Natur selbst bei der Schöpfung ihrer mannigfaltigen Wesen und Organisationen gehandelt habe. Oken in Deutschland und Geoffroy St. Hilaire in Frankreich machten sich als Männer, welche mit den Naturerscheinungen in näherem, praktischem Umgange standen, und wenigstens mit dem Materiale bekannt waren, ans Werk, um für die naturphilosophischen Principien Schellings die materiellen Beweise zu sammeln, indem sie die Erde und ihre Geschöpfe unter die Rubriken jener idealen Bestimmungen schaarten und zwangen und von der Natur verlangten, daß sie sich nach den systematischen Ideen des Menschen fügen sollte, ohne daran zu denken, daß nur aus Thatsachen und deren natürlichen Verknüpfungen vernünftige Principien abstrahirt werden können. Hätte die Natur sich nach Schelling und seinen naturphilosophischen Zuschneidern des Stoffes gerichtet, so wäre sie längst übergeschlagen und ins

Bodenlose gefallen. Wie fremd diese naturphilosophische Schule der Wirklichkeit stand, beweiset schon der eine Umstand, daß jene ganze Principienzwangsjacke der Natur nicht eine einzige praktische oder nützliche Anwendung für das Leben hervorgebracht hat, daß kein Hund damit vom Ofen gelockt, keine einzige Naturkraft dressirt wurde, dem arbeitenden Menschen zu dienen. Das wahre Verständniß der Wirklichkeit gibt sich aber immer dadurch zu erkennen, daß es dem Leben nützliche, reelle Früchte trägt. Die Natur hat sich aber den Naturphilosophen gegenüber gewiß ebenso befunden, wie ein Roß des Sonnengottes, das vor einen Theaterkarren gespannt, der Peitsche und den Tönen einer fremden Sprache gehorchen soll.

Die von Cuvier geweckte, strenge, beobachtende und nach Thatsachen suchende Methode der Naturforschung gerieth aber mit der Naturphilosophie bald in einen heftigen Kampf auf Leben und Tod. Dieser kriegerische Zeitraum bezeichnet die erste Periode der letzten funfzig Jahre unserer Wissenschaft. Es wiederholte sich hier, nur in anderen Costümen, die ganze Feindschaft zwischen Empirie und Phraseologie, wie einst zur Zeit Linnés und Buffons, die man auch bereitwillig wieder heranzog und gegenseitig noch einmal bekrittelte. Obgleich dieser Kampf, dessen letzte Nachklänge bis in die dreißiger Jahre hineinreichten, an sich ein sehr unerquicklicher war, so hatte er doch für die Wissenschaft selbst den unverkennbaren Vortheil, daß beide Parteien mit großem Eifer eine Menge Material zur Beweisführung suchten und herbeitrugen, das, einmal vorhanden, nur dazu diente, von beiderseitiger Kritik gehörig abgeklärt und beleuchtet zu werden und endlich der späteren, unparteiischen Beobachtung die Feststellung des thatsächlichen Werthes erleichterte. Die thatsächliche Richtung hat aber in diesem Kampfe den Sieg davon getragen und sie wurde die Grundlage zur Ausbildung der Naturwissenschaft, wie wir sie heute besitzen.

Ueberschauen wir noch einmal die Vergangenheit, so stellt

sich heraus, daß mit dem Streben, die Natur übersichtlich zu machen und das bunte Durcheinander der Geschöpfe für den Menschengeist in eine Ordnung zu bringen, zu deren Herstellung man nach maßgebenden Principien suchte, zuerst die Wissenschaft anhebt, indem das bloße Kennenlernen der Naturkörper den Drang nach Verständniß derselben weckte. Der Sinn für Natur ging hierbei ganz den Weg der Welterkenntniß, wie das Kind, welches seine Unterscheidungen immer mit äußerlichen Merkmalen der Dinge beginnt. So hatte auch Linné sich rein an die äußeren Charaktere der Geschöpfe gehalten; er motivirte z. B. die Ordnungen der Säugethiere allein auf den verschiedenen Bau der Zähne, worauf ein Gegner der Classification einst die spöttische Bemerkung machte, daß Adam bei der Austheilung der Namen im Paradiese den Thieren das Maul nicht aufgerissen habe, um nach den Zähnen zu sehen. — Cuvier und seine Nachfolger traten dem Geheimnisse der Principien, nach welchen die Natur ihre Geschöpfe formte und ordnete, schon näher, denn sie gründeten das Unterscheidungszeichen auf die innere Organisation der Naturwesen, auf den organischen Bau der ausgebildeten Geschöpfe, sowie auf die Beziehungen der Formen zu einander.

Mit dem Streben nach Uebersichtlichkeit und Verständniß der Bildungsprincipien erwachte aber in der Naturwissenschaft eine andere Thätigkeit der Forschung. — Nicht nur die Form, sondern das Leben selbst, welches die Form und deren Combination schuf, mußte verstanden werden. Man wußte bereits, daß Thiere und Pflanzen während des Wachsthums gewisse Formwandlungen erleiden, daß Raupe, Puppe und Schmetterling, Kaulquappen und Frösche, Samen und Blüthe einer und derselben Individualität angehören und gewisse Entwickelungsstufen der Bildung darstellen. Man untersuchte die Bildungen im Eie, die Metamorphosen der Insekten, man entdeckte, daß viele Organe des ausgewachsenen Geschöpfes erst aus den

früheren Ei- und Embryozuständen völlig verständlich wurden, daß ein Gesetz der Entwickelung in der Natur herrsche, wonach die Bildung der verschiedenen Geschöpfe auch von verschiedenen Urtypen oder Grundlagen anhebe, die mit einander gar keine Verbindung haben, daß höhere Organisationen auf dem Entwickelungswege eine Reihe von Zuständen durchlaufen, auf welchem niedere Organismen zeitlebens verharren, ohne aber diesen völlig gleich zu werden — mit einem Worte, man kam dem Leben direct auf die Spur seiner Bildungsrichtungen und somit zu einem neuen Principe der Classification der Geschöpfe — zum genetischen, oder dem Principe der Entwickelungsgeschichte. Indem der Mensch Dasjenige am vollständigsten begreift, was er entstehen sieht, erwarb er sich durch den Blick in die Entwickelungszustände der Natur den rechten Schlüssel zur Eröffnung des Naturgeheimnisses — die Unterscheidung nach inneren Merkmalen der organischen Wesen wurde nunmehr eine durchaus wissenschaftliche; jetzt wurde erkannt, daß die ganze Mannigfaltigkeit der Formen und Gestalten nur bleibende Bildungsmomente einer Reihe von Entwickelungszuständen sind, welche, von verschiedenen Urtypen anhebend, in höheren Geschöpfen nur als embryonale Durchgangsstadien vorübergehend durchlebt werden, während niederere Geschöpfe auf einer solchen Stufe den Ausdruck ihrer völligen Vollendung erhalten. So läuft also durch die ganze Natur eine aufsteigende Reihe von Bildungsstadien, vom Einfachen zum Vollkommneren sich entfaltend, und die sämmtlichen Familien und Gattungen sind nichts Anderes, als Organisationen, welche auf irgend einer Stufe der aufsteigenden Linie als fertig und ausgewachsen beharren und in ihrem Organismus eine Einrichtung und Lebensfunctionen repräsentiren, welche andere, höhere Geschöpfe im Eie schnell und als Durch-

gangspunkt durchgemacht und hinter sich gelassen haben. —

Diese, die ganze Natur so schön und logisch in allen ihren Formverhältnissen enträthselnde und verknüpfende Beobachtung wurde aber wieder von der Naturphilosophie ergriffen und durch aufgedrungene Principien entstellt. Man gefiel sich in der Ansicht, daß, da die organische Welt eine ununterbrochene Reihe von Geschöpfformen sei, wo eine höhere aus der niederen hervorwachse, nun auch diese Stufenleiter so verstanden werden müsse, daß z. B. ein Säugethier erst wirkliches Infusorium, dann Wurm, dann Weichthier, Fisch u. s. w. gewesen sei und durch diese Bildungsstufen sich hindurch gelebt habe. — Die thatsächliche Naturwissenschaft, welche ohne vergleichende Beobachtungen nichts behauptet, mußte über solche Phantasie lächeln, denn in der Entwickelungsgeschichte eines jeden organischen Wesens läßt sich vom frühesten Anfange an der specielle Grundplan erkennen, der sogleich auf eine tiefere oder höhere Organisation hinweiset, aber dieser specielle Bildungskeim liegt eingebettet in allgemeine Entwickelungsprocesse des Lebens, welche das specielle, im Keime schon signirte Geschöpf einer höheren Ordnung nur vorübergehend durch Lebensformen führen, welche tieferen Ordnungen analog — nie aber identisch sind. Denken wir uns eine Bildungsanstalt in mehre Classen getheilt, welche von unten nach oben eine fortschreitende Entwickelung methodisch verwirklichen. Mancher Zögling wird aus Quarta confirmirt werden und als fertiger Mensch in das Leben treten; — der höher Entwickelte aber wird aus Prima in die Welt gehen und eine weit vollkommnere Bildung repräsentiren. — Hat man nun ein vernünftiges Recht zu sagen: Der Primaner war in Quarta ganz und gar derselbe und gleichbedeutende Mensch, wie jener Quartaner, welcher in dieser Durchgangsclasse beharrte und fertig fürs Leben wurde, natürlich als untergeordnetes

Subject? — Mochten Beide auch zeitweise gleiche Form und gleichen Inhalt ihrer Bildung haben, Beide zeitweise von gleichem Wissen und gleicher Fertigkeit sein — der nachherige Primaner war dennoch ein specifisch ganz anderes Wesen, er trug die Anlage zu einer höheren Lebensverwirklichung in sich, — die untere Classe, wo er mit dem Andern analog war, wurde nur ein Durchgangspunkt für ihn; — hätte er nicht eine höhere Anlage gehabt, so würde er ebenfalls mit dem Quartaner die Schule verlassen und sich für fertig gehalten haben. — Möge dieses Gleichniß dazu nützen, den Gegenstand, den ich hier meine, populärer und anschaulicher zu machen. —

Die Entwickelungsgeschichte, welche eine so bedeutende Helligkeit in die dunklen Erkenntnißgebiete der Naturwissenschaft geworfen hat, würde aber lange noch auf ihre bewunderungswürdigen Resultate zu lauern haben, wenn die Naturwissenschaft nicht auch in anderen Gegenden gewaltig aufgeklärt hätte. Kannte man die Formen und Gestalten, so war noch eine wichtige Frage unbeantwortet geblieben, nämlich: welche Kräfte wirken in den Stoffen, um diese zu Formen und Organen zu bilden, und welche Kräfte halten die Organe in lebendiger Bewegung und Function? — Die Naturphilosophie verstand diese Frage leicht zu beseitigen, sie sagte: „Stoff + Kraft = Leben," oder das „bewußtlose Denken der Natur bildet nach immanentem Urbilde, und Kraft ist nur die naturgeistige Seite der Materie." — Eine weit größere Schwierigkeit fand die thatsächliche Schule der Naturwissenschaft in der Beantwortung dieser Frage nach der Dynamik des Lebens und noch heute arbeitet sie an der nöthigen, erfahrungsmäßigen Beweisführung ihrer darauf gegebenen Antwort. Wie sie diese gab, darüber werde ich in einem späteren Briefe berichten. —

Die erkannte Nothwendigkeit, die Natur in besondere Wissenschaftsfächer zu theilen und in jedem die fähigen Arbeiter zu beschäftigen, um das Einzelne vorläufig, zum Zweck

späterer Anwendung auf das Ganze des Naturlebens, so genau als möglich und in allen seinen Zustandsveränderungen zu prüfen, war die reichhaltige Quelle der wichtigsten Entdeckungen im Großen. Man zerlegte die Körper, prüfte ihr Verhalten in ungewöhnlichen Zuständen zu einander, experimentirte mit ihren Stoffen und Kräften, man erkannte neue physikalische und chemische Gesetze, neue Stoffe und Kräfte, neue Ursachen und Wirkungen und indem man Mikroskop und chemische Wage, Teleskop und Maschinen zu construiren und zu gebrauchen lernte, fielen alle Theorien und Hypothesen der größten Autoritäten, wenn sie nicht die Stichhaltung der mit Grundsätzen und thatsächlichen Vorkenntnissen unternommenen Experimente und sichtbaren Beweisführung aushielten, gleichzeitig mit den Schuppen von den Augen.

So gelangte die Naturwissenschaft in das Stadium der Gegenwart, so wurde sie von Einfluß auf das Menschenleben — eine Weltmacht, vor der sich Jeder beugen muß, wenn er Anspruch auf Bildung macht oder mit dem Leben nur einigermaßen fort will. —

Es wird meine Aufgabe sein, in folgenden Briefen die hervorragendsten Leistungen der Naturwissenschaft, in den verschiedenen Gebieten derselben, auf leichtverständliche Weise zu schildern; schauen wir aber zuvor noch näher den Charakter der Neuzeit an und fragen wir, wie die vorhin in der historischen Skizze der Naturerkenntniß geschilderten Richtungen der Forschung zu den Hülfsmitteln der neueren Wissenschaft gelangten. —

Zunächst war es ein folgewichtiger Fortschritt im ungetrübteren Anschauen der Wahrheit, daß man sich von der schulmäßig eingepaukten, philosophischen Logik, welche der Naturforscher, als humanistische Brücke vom Obergymnasium für den Beruf mit erhalten hatte, lossagte und getrosten Muthes die Natur mit gesunden Augen betrachtete, im guten Glauben, daß

jeder naturwüchsige Kopf auch seine Logik habe. — Ich meine nicht jene vernünftige Gesetzlehre des Denkens, welche, wie sie z. B. Fries lehrte, aus einem gegebenen Satze auch die unwiderleglichen Folgerungen zu ziehen weiß, jedem Thun und Urtheile einen sicheren, mathematischen Anhaltepunkt gibt und der sinnlichen Beobachtung den gewissen Weg der Rück- und Weiterschlüsse zeigt — solche Denklehre ist dem Naturforscher ebenso wichtig und unentbehrlich, wie dem Schiffer der Compaß — nein! ich meine jene verwirrende, in kauderwelscher Sprache redende Philosophie der künstlichen Logik, welche aus postulirten Begriffen von Geist und Welt alle Möglichkeiten und Unmöglichkeiten am Himmel und auf Erden construirt, Formeln und unverständliche Sätze über Alles aufstellt, was ist und nicht ist und, um populär zu werden, sich zu einem geistreichen Spiele der Analogie oder des Witzes herabläßt. — Eine solche Gesetzgebung durch Begriffsformeln und fremdartige Sprache machte sich in der letztvergangenen Periode der Neuzeit gewaltig breit und wollte als Hegelsche Philosophie alle Wissenschaften beherrschen. Die thatsächliche Richtung und Schule der Naturforschung wäre wiederum sehr leicht in Gefahr gerathen, den alten Kampf, wie zu Schellings und Cuviers Zeiten, wiederholen zu müssen, wenn nicht der für das reale Wissen glückliche Umstand eingetroffen wäre, daß gleich im Anfange der Schöpfer der neuen Manier zu denken, Hegel, sich in seinem ersten Versuche, sich der Naturwissenschaft zu bemächtigen, auf das Lächerlichste blamirt hätte. — Er bewies nämlich durch speculatives Denken, daß zwischen Mars und Jupiter gar keine weitern Planeten, die sogenannten Asteroiden, vorhanden sein könnten — er bewies das durch seine Logik so schlagend und bündig, daß man sich betroffen anguckte, als in demselben Jahre von der thatsächlichen Beobachtung die Asteroiden wirklich entdeckt wurden. — Dieser blamirende Umstand hat jene philosophische Macht- und Rechthaberei abgehalten, sich mit der Naturwissen-

Genauigkeit der Naturkunde, obgleich damit dem inneren Leben der Erscheinungswelt nicht das mindeste Geheimniß entlockt wurde. Es war aber schon erstaunlich viel gewonnen, denn wer eine Einsicht in irgend einen Raum haben will, muß zuvor darin aufkramen und das Zusammengehörige von dem Ungleichen trennen. — Die Namen, welche Linné den Naturkörpern gab, sind bis auf den heutigen Tag noch dieselben und dürfen, mit wenigen Ausnahmen, nicht willkürlich geändert werden, weil Linnés Namensbezeichnung hinreicht, sich sofort und überall über einen Naturkörper zu verständigen. —

Hatte durch Linné die Körperwelt der Erde ihren Gesetzgeber gefunden, so war auch schon weit früher ein Gesetzgeber des Himmels aufgestanden und zwar im sechzehnten Jahrhundert in Kepler, dem Gründer der wahren, wissenschaftlichen Astronomie, der aber als Mensch leider ein Opfer des undankbaren, in Aberglauben versunkenen, deutschen Vaterlandes wurde. Da die Mathematik schon in frühesten Zeiten eine Beschäftigung ausgezeichneter Männer war, so konnte es nicht ausbleiben, daß sie allen, auf mathematische Gesetze zurückführbaren Naturerscheinungen weit eher eine wissenschaftliche Erklärung zu geben vermochte, als die reine sinnliche Beobachtung bei den Körpern der Erde zu geben im Stande war. Die Natur und Bewegungen der Himmelskörper erregten sehr bald die Aufmerksamkeit der Denker und die Mathematik vermochte hier die Brücke für das Vordringen des Geistes in die unermeßlichen Fernen zu bilden. Freilich waren es allein die Bewegungen der Himmelskörper, welche sie zu erklären die Fähigkeit besitzt, da der Mangel raumdurchdringender Instrumente, wie wir sie jetzt haben, über die Beschaffenheit der Weltkörper völlig im Dunkeln ließ.

Der alte Ptolomäus, welcher im zweiten Jahrhunderte auf der Schule zu Alexandrien lebte, machte sich zuerst an das große Problem, die Stellung der Erde im Weltraume und die

Bewegungen der Planeten zu deuten. Nach seiner Meinung steht die Erde in der Mitte von elf concentrisch sie umkreisenden Körpern, nämlich der Sonne und Planeten, fest, das ganze Heer der Sterne dreht sich also um unsere, zu einem hohen Range im Weltraume erhobene Erde. — Den älteren ägyptischen Astronomen fiel es aber auf, daß bei diesem Systeme des Ptolomäus die beiden Planeten Merkur und Venus, welche, wie wir heutiges Tages wissen, zwischen Sonne und Erde ihre Umlaufsbahn um erstere haben, niemals der Sonne gegenüber gesehen wurden, was doch, wenn sie mit ihr um die Erde rotirten, zu gewissen Zeiten der ungleichen Bahnstrecken geschehen müßte. — Man schloß deshalb beide genannte Planeten von der Ansicht des Ptolomäus aus und nahm an, daß sie sich um die Sonne bewegten, und mit dieser, wie die übrigen, um die Erde.

Wurde der Schluß des funfzehnten Jahrhunderts für die Erweiterung der Erdkunde und Kenntniß neuer Erdnatur durch die Entdeckung Amerikas ein folgewichtiger, so feierte die mathematische Naturwissenschaft in der Mitte des darauf folgenden Jahrhunderts einen der großartigsten Triumphe in der Anschauung des Copernicus, der zuerst die unwiderlegbare Wahrheit lehrte, daß die Sonne der feste Mittelpunkt unserer Planetenwelt sei und unsere Erde sich ebenso, wie Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn (weitere Planeten kannte man nicht) um die Sonne, und zwar in immer größeren, concentrischen Kreisen bewegen. Hiermit traten nun die sämmtlichen Erscheinungen am Himmel in ein ganz neues Licht, man lernte ihre Veränderungen und Umlaufszeiten verstehen, obgleich immer noch nicht das Gesetz gefunden war, welches die Bewegungen jener Weltkörper bestimmte. Dazu hatte die Geschichte der menschlichen Erkenntniß den Mathematiker Johann Kepler ausersehen. Der Entdecker eines Naturgesetzes ist zugleich der Gesetzgeber, indem er das Gesetz zum Bewußtsein bringt und damit dem Menschengeschlechte verwirklicht.

Hatte Copernicus den wissenschaftlichen Muth gehabt, die alte, geheiligte Lehre von der Ruhe unserer Erde im Mittelpunkte der Welt für immer zu zerstören, so war er doch nicht fähig gewesen, die Bahnen selbst richtig aufzufassen und namentlich Abweichungen zu erklären, welche in den planetarischen Bewegungen bemerkt wurden und sich periodisch wiederholten. Copernicus hatte noch die Vorstellung von kreisförmigen Bewegungen um die Sonne und suchte, wie schon die Griechen thaten, die Unregelmäßigkeiten der Umlaufszeiten und Entfernungen vom Mittelpunkt durch einen excentrischen Kreis zu erklären. Dem suchte zwar der Günstling Friedrichs II. von Dänemark und der Astronom wie Astrolog Kaisers Rudolph in Prag, Tycho de Brahe, eine neue, bessere Deutung zu geben, indem er die Sonne zwar als Mittelpunkt der Planetenbahnen betrachtete, aber sie sich in einem Kreise bewegt dachte, dessen Mittelpunkt die ruhende Erde sein sollte. Er rief danach die religiöse Ansicht von der Erde, als festes Centrum der Welt, wieder in ihr vorurtheilvolles Recht zurück und ließ um sie die Sonne kreisen, als beweglichen Mittelpunkt der anderen, umlaufenden Planeten. — Kepler klärte durch die Auffindung der großen Weltgesetze diesen Irrthum vollständig auf, indem er, die copernicanische Lehre für wahrhaltend, nunmehr die Abweichungen der Bewegungen und Zeitverhältnisse, welche die excentrische Kreislinie der Bahnen nicht zu erklären vermochte, auf durchgreifende, mathematische Gesetze zurückführte. Er erkannte das Gesetz, daß die Bahnlinien um die Sonne nicht Kreise, sondern Ellipsen sind, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, also eine kleine und große Axe zu den beiden Scheitelpunkten der Ellipse zu ziehen sind, welche die kreisenden Planeten einmal in die Sonnennähe, das anderemal in die Sonnenferne bringen; er berechnete mit unabweisbarer Folgerung, daß die Bewegung der Planeten auf elliptischen Bahnen in gleichen Zeiten auch gleiche Räume beschreibt und daß sich die Quadrate

der Umlaufszeiten der Planeten wie die Würfel ihrer mittleren Abstände von der Sonne verhalten. — Somit hatte denn die mathematische Naturwissenschaft Ordnung in das Weltgebäude gebracht, indem sie die Gesetze des Schöpfers fand.

Aber die damalige Zeit wußte keine Anwendung auf die Wissenschaft der Natur im Allgemeinen davon zu machen. Mußte doch Kepler selbst, im Kampfe mit Armuth und besserem Bewußtsein, seinem Kaiser das Horoscop stellen und die Sterndeuterei treiben, sollte er doch später in Wallensteins Diensten den Astrologen spielen, den man höher, als den Astronomen, den Mann der Wissenschaft, in ihm achtete. Und was hatte die Naturwissenschaft zu gewärtigen, wo ein Giardono Bruno verbrannt und ein Galilei vor die Inquisition gestellt und jede naturwahre Lehre verketzert und fanatisch verfolgt wurde! Aber auch selbst in den erleuchteten Köpfen spukte der düstere, phantastische Geist des damaligen Jahrhunderts; — Kepler, der klare, mathematische Denker, war ein Kind seiner Zeit, gleich seinen Vorgängern und Nachfolgern in der Naturwissenschaft, auch er hatte, bei allem scharfen Verstande, doch den mystischen Zug seines Jahrhunderts in seine lebhafte Einbildung aufgenommen, denn er schrieb auch über die Seelen der Geister und Elemente, er vertrat die närrische Ansicht, daß die Erde ein fühlendes Thier sei, das man zur Leidenschaft, zu Stürmen und Erdbeben aufreizen könne, wenn man einen Stein in eine tiefe Schlucht oder in einen See werfe — er vertiefte sich in die Phantasie, daß die Welt eine Sphärenmusik sei, worin Jupiter und Saturn die Bässe, Mars den Tenor, Venus und Erde die Altstimmen und Merkur den Discant vorstellten. — Man erkennt schon aus diesen wenigen Andeutungen den unwissenschaftlichen Charakter der ganzen damaligen Periode. —

Wenden wir uns zu der Wissenschaft von der Natur der Erde und ihrer Körper zurück. — Die von Linné aufgestellte strengere Classification der Naturwesen nach äußeren Erschei-

nungszeichen hatte allerdings die erste Klarheit und Uebersichtlichkeit in das seither gesetzlos behandelte Chaos der unzähligen Thiere, Pflanzen und Mineralien gebracht, aber den inneren, natürlichen Zusammenhang noch nicht erklärt und zum Motive der Systematisirung erheben können. Seine Eintheilung war eine künstliche, auf eine zwar geistreiche, aber nicht absolut nothwendige Grundlage gebaut. Der Geist des vorigen Jahrhunderts war überhaupt dieser empirischen Erkennungs- und Bestimmungsweise nicht günstig. — Man fing an, dagegen mit philosophischen Gründen, welche das achtzehnte Jahrhundert beherrschten, zu opponiren, weil man zugleich, und nicht mit Unrecht, ein Mißbehagen an dem geistlosen Formelwesen fand, das Linné, ganz wider seinen Willen, bei seinen Nachfolgern veranlaßt hatte. Dem großen Naturforscher war es nicht eingefallen, den Zweck der Naturwissenschaft im Classificiren zu suchen; seine Gruppirung der Körper, ihre klare, charakterisirende Benennung und Unterscheidung nach Hufformen, Zähnen, Staubfäden ꝛc., war ihm nur Mittel, um damit, wie der Schiffer mit dem Compaß, auf rechtem Wege sich für die noch unentdeckten Gegenden orientiren zu können; das übersahen seine empirischen Nachfolger, sie machten die methodische Anordnung zum Zwecke, bildeten ein völlig geistloses Formelwesen aus, suchten nach unbedeutenden, untergeordneten Merkmalen, freueten sich und nannten es wissenschaftliches Verdienst, irgend ein Thierchen, Pflänzchen oder Steinchen als neu oder besondere Unterart in das System einregistriren zu können und vergaßen darüber den Blick in das organische Gesammtleben der Natur.

Der entschiedenste Gegner dieser classificirenden Methode war Buffon, ein Mann von vornehmer Genialität, aristokratischem Stolze und geringschätzendem Blicke auf alle Männer, welche Linnés System zu vervollständigen strebten, oder sich mit Geduld und Zeit fordernden Untersuchungen einzelner Familien

oder kleiner Thiere und Pflanzen abmüheten. Er stellte an den Platz der empirischen, genauen Forschung die hochtönende Phrase, liebte nur das Vornehme und Glänzende in der Natur, wie z. B. Säugethiere, Vögel, schillernde Insekten, schrieb darüber in glatter, pomphafter Sprache für Vornehme und weckte in diesen Kreisen einen naturkundigen Dilettantismus, der bald Modesache der aristokratischen Welt wurde, aber der wahren Wissenschaft nicht nur gar nichts nützte, sondern durch Oberflächlichkeit und Unzusammenhang mehr schadete und verwirrte.

In diesen beiden naturwissenschaftlichen Richtungen sprach sich ganz und gar der Zeit- und Zopfcharakter der Periode vor der französischen Revolution aus, auf der einen Seite: Phraseologie, auf der andern: nüchternes, pedantisches Formelwesen. —

Wie das funfzehnte Jahrhundert mit zwei bedeutenden Erweiterungen der Naturerkenntniß, mit der Entdeckung eines neuen, an seither unbekannten Naturformen reichen Welttheils durch Columbus — und mit der Gesetzbestimmung der Weltkörperbewegung durch Copernicus schloß, so rief auch das scheidende achtzehnte Jahrhundert, dessen Geister und Lebensrichtungen durch die französische Revolution erschüttert und auf neue Bahnen getrieben wurden, zwei neue Träger der naturwissenschaftlichen Entwickelung auf die Bühne der öffentlichen Reformation des bisherigen Strebens nach Naturerkenntniß. Es waren wiederum zwei Männer, von denen der Eine (wie der Copernicus am Himmel) auf der Erde eine innere Gesetzmäßigkeit in den Formen und Lebensbewegungen der Geschöpfe entdeckte — und der Andere (wie Columbus die geographische Erweiterung des Lebens veranlaßte) nunmehr der wissenschaftliche Entdecker einer neuen Welt wurde. — Cuvier und Humboldt sind diese Männer, welche die Naturwissenschaft in die Richtung der Gegenwart, der letzten funfzig Jahre, einlenkten; Beide, in einem und demselben Jahre geboren, wirkten, von

einem gemeinschaftlichen Principe ausgehend, Jeder den Anderen ergänzend, auf Erweiterung des Terrains und auf neue, durch das Leben der Natur selbst bedingte Classification der Körperwelt. Cuvier machte zunächst die Thierwelt zum Gegenstande seiner Forschung und erkannte in der vergleichenden Anatomie das einzig richtige und natürliche Princip für die Unterscheidung und Zusammenstellung der Repräsentanten der Thierwelt. Die Vergleichung im großen Maßstabe machte aber eine ausgedehntere Bekanntschaft mit den Thieren aller Weltgegenden erforderlich, man konnte nur dann ein vergleichendes Urtheil zum Gesetz für Classification erheben, wenn man auf allen möglichen Punkten der Erde verglich — und hier kam Humboldt mit seinem Drange, ferne Gegenden und Welttheile zu durchforschen und die Schöpfung des Weltkörpers in allen ihren lebenden Bildern kennen zu lernen, dem Streben Cuviers entgegen. Damit rührte sich eine ähnliche Bewegung der Geister, wie zur Zeit der oceanischen Entdeckungen im 15. Jahrhundert, wo Columbus und Gama die Eroberer des Raumes wurden, der erst später für die Wissenschaft cultivirt werden mußte. Was Columbus nur geographisch entdeckte, das machte Humboldt zum wissenschaftlichen neuen Welttheile der menschlichen Erkenntniß. Cuvier drang auf Durchsuchung fremder Länder, Meere und selbst der inneren Schichten des Erdbodens, um die Gestaltungen der Jetzt- und Vorwelt miteinander vergleichen zu können, und Humboldt sammelte ihm dazu das erste und vornehmste Material, er suchte die fremden Küsten auf, um die Funde und Anschauungen mehrerer Welttheile zur Vergleichung zu stellen. — Und da der Weltreisende Land und Gestirne gleichzeitig sich ändern sieht, so verknüpfen sich auch gleichzeitig die Anschauungen von Erd- und Weltraum, und mit der Erde erweitert sich auch das Himmelsgewölbe vor dem erkennenden Menschen.

Die niedrigsten Thiere waren am wenigsten bekannt. Cuvier

studirte ihre Anatomie insbesondere, beginnend mit den Muscheln, Weichthieren und Strahlthieren des Meeres, und gelangte auf Resultate, welche ein neues Licht auf die Stelle der höheren Thiere in der Naturordnung warfen; er verglich die Knochenreste vorweltlicher, in ihren Gattungen untergegangener Thiere mit den Skeletbildungen der jetztlebenden und erkannte nicht nur das Verhältniß alter und neuer Schöpfungen zueinander, sondern auch das unterscheidende Bildungsgesetz, welches eine thatsächliche Classification allein begründen konnte, die innere Verknüpfung der entschiedenen Gestaltungsformen der Natur, welche allein zu einer umfassenden Anschauung derselben zu führen vermochte. Von jetzt an war die thatsächliche Methode der Naturforschung geweckt und sie eröffnete das neue Jahrhundert unserer Gegenwart, deren letzte funfzig Jahre zu vollenden strebten, was das Ende des vorigen Säculum in die neue Zeit übertrug. — Aber nicht ohne heftige Kämpfe um die Wahrheit sollte die thatsächliche, vergleichende Erkenntnißmethode, welche jede Speculation unerbittlich verwarf, und die Lücken der Beobachtung nicht mit Philosophie, sondern Erfahrung ausfüllen wollte, die Herrschaft in der neueren Naturwissenschaft erreichen.

Treten wir in das neunzehnte Jahrhundert ein. — Wir stehen damit zugleich vor dem Anfange des Zeitraums, dessen naturwissenschaftlicher Charakter und Einfluß auf das Menschenleben in diesem Buche besonders geschildert werden soll. Einige allgemeine Andeutungen der Zustände, aus welchen die neueste Zeit ihre Naturwissenschaft rettete, mögen hier, als Skizzen des geschichtlichen Hintergrundes, ihre Stelle finden.

Ueberall, wo eine entschiedene Richtung der Anschauung sich geltend macht, hebt sich mit gleicher Energie der Gegensatz, wie Licht und Schatten, hervor. Deutschland war von jeher das Land des Idealismus, der Speculation, der Principien; — die gedrückten äußeren Lebenstriebe hatten sich, vom Praktischen und Thatsächlichen zurückgescheucht, in die innere Gedankenwelt

der speculativen Philosophie geflüchtet und eine Wirklichkeit construirt, wie sie der Geist dachte und wünschte, ohne danach zu fragen, ob es sich dann auch draußen ebenso verhalte, wie in den engen Menschenköpfen. Das Motto hieß: das reine Denken oder der Begriff bestimmt Dies und Das und so muß es auch in der realen Welt sein, so wird man es finden, wenn man sich die Mühe geben wollte, einmal nachzusehen. — Dabei wurden nun die sinnlichen Beobachtungen so sehr vernachlässigt, daß man es für nichts Auffälliges hielt, über die Natur zu schreiben, ohne mit ihren sichtbaren Körpern jemals persönlich bekannt geworden zu sein.

Die thatsächliche Methode, welche von Frankreich ausging, fand zwar auch in Deutschland tüchtige Bearbeiter, und wir nennen hier nur Meckel, Rudolphi, Tiedemann, Treviranus, Endlicher, — aber es hatte sich bereits durch Schelling eine Naturphilosophie Bahn gebrochen, welche alle Classification der Naturkörper nach Merkmalen entschieden verwarf und dafür die Principien gefunden haben wollte, nach denen die Natur selbst bei der Schöpfung ihrer mannigfaltigen Wesen und Organisationen gehandelt habe. Oken in Deutschland und Geoffroy St. Hilaire in Frankreich machten sich als Männer, welche mit den Naturerscheinungen in näherem, praktischem Umgange standen, und wenigstens mit dem Materiale bekannt waren, ans Werk, um für die naturphilosophischen Principien Schellings die materiellen Beweise zu sammeln, indem sie die Erde und ihre Geschöpfe unter die Rubriken jener idealen Bestimmungen schaarten und zwangen und von der Natur verlangten, daß sie sich nach den systematischen Ideen des Menschen fügen sollte, ohne daran zu denken, daß nur aus Thatsachen und deren natürlichen Verknüpfungen vernünftige Principien abstrahirt werden können. Hätte die Natur sich nach Schelling und seinen naturphilosophischen Zuschneidern des Stoffes gerichtet, so wäre sie längst übergeschlagen und ins

Bodenlose gefallen. Wie fremd diese naturphilosophische Schule der Wirklichkeit stand, beweiset schon der eine Umstand, daß jene ganze Principienzwangsjacke der Natur nicht eine einzige praktische oder nützliche Anwendung für das Leben hervorgebracht hat, daß kein Hund damit vom Ofen gelockt, keine einzige Naturkraft dressirt wurde, dem arbeitenden Menschen zu dienen. Das wahre Verständniß der Wirklichkeit gibt sich aber immer dadurch zu erkennen, daß es dem Leben nützliche, reelle Früchte trägt. Die Natur hat sich aber den Naturphilosophen gegenüber gewiß ebenso befunden, wie ein Roß des Sonnengottes, das vor einen Theaterkarren gespannt, der Peitsche und den Tönen einer fremden Sprache gehorchen soll.

Die von Cuvier geweckte, strenge, beobachtende und nach Thatsachen suchende Methode der Naturforschung gerieth aber mit der Naturphilosophie bald in einen heftigen Kampf auf Leben und Tod. Dieser kriegerische Zeitraum bezeichnet die erste Periode der letzten funfzig Jahre unserer Wissenschaft. Es wiederholte sich hier, nur in anderen Costümen, die ganze Feindschaft zwischen Empirie und Phraseologie, wie einst zur Zeit Linnés und Buffons, die man auch bereitwillig wieder heranzog und gegenseitig noch einmal bekrittelte. Obgleich dieser Kampf, dessen letzte Nachklänge bis in die dreißiger Jahre hineinreichten, an sich ein sehr unerquicklicher war, so hatte er doch für die Wissenschaft selbst den unverkennbaren Vortheil, daß beide Parteien mit großem Eifer eine Menge Material zur Beweisführung suchten und herbeitrugen, das, einmal vorhanden, nur dazu diente, von beiderseitiger Kritik gehörig abgeklärt und beleuchtet zu werden und endlich der späteren, unparteiischen Beobachtung die Feststellung des thatsächlichen Werthes erleichterte. Die thatsächliche Richtung hat aber in diesem Kampfe den Sieg davon getragen und sie wurde die Grundlage zur Ausbildung der Naturwissenschaft, wie wir sie heute besitzen.

Ueberschauen wir noch einmal die Vergangenheit, so stellt

sich heraus, daß mit dem Streben, die Natur übersichtlich zu machen und das bunte Durcheinander der Geschöpfe für den Menschengeist in eine Ordnung zu bringen, zu deren Herstellung man nach maßgebenden Principien suchte, zuerst die Wissenschaft anhebt, indem das bloße Kennenlernen der Naturkörper den Drang nach Verständniß derselben weckte. Der Sinn für Natur ging hierbei ganz den Weg der Welterkenntniß, wie das Kind, welches seine Unterscheidungen immer mit äußerlichen Merkmalen der Dinge beginnt. So hatte auch Linné sich rein an die äußeren Charaktere der Geschöpfe gehalten; er motivirte z. B. die Ordnungen der Säugethiere allein auf den verschiedenen Bau der Zähne, worauf ein Gegner der Classification einst die spöttische Bemerkung machte, daß Adam bei der Austheilung der Namen im Paradiese den Thieren das Maul nicht aufgerissen habe, um nach den Zähnen zu sehen. — Cuvier und seine Nachfolger traten dem Geheimnisse der Principien, nach welchen die Natur ihre Geschöpfe formte und ordnete, schon näher, denn sie gründeten das Unterscheidungszeichen auf die innere Organisation der Naturwesen, auf den organischen Bau der ausgebildeten Geschöpfe, sowie auf die Beziehungen der Formen zu einander.

Mit dem Streben nach Uebersichtlichkeit und Verständniß der Bildungsprincipien erwachte aber in der Naturwissenschaft eine andere Thätigkeit der Forschung. — Nicht nur die Form, sondern das Leben selbst, welches die Form und deren Combination schuf, mußte verstanden werden. Man wußte bereits, daß Thiere und Pflanzen während des Wachsthums gewisse Formwandlungen erleiden, daß Raupe, Puppe und Schmetterling, Kaulquappen und Frösche, Samen und Blüthe einer und derselben Individualität angehören und gewisse Entwickelungsstufen der Bildung darstellen. Man untersuchte die Bildungen im Eie, die Metamorphosen der Insekten, man entdeckte, daß viele Organe des ausgewachsenen Geschöpfes erst aus den

früheren Ei- und Embryozuständen völlig verständlich wurden, daß ein Gesetz der Entwickelung in der Natur herrsche, wonach die Bildung der verschiedenen Geschöpfe auch von verschiedenen Urtypen oder Grundlagen anhebe, die mit einander gar keine Verbindung haben, daß höhere Organisationen auf dem Entwickelungswege eine Reihe von Zuständen durchlaufen, auf welchem niedere Organismen zeitlebens verharren, ohne aber diesen völlig gleich zu werden — mit einem Worte, man kam dem Leben direct auf die Spur seiner Bildungsrichtungen und somit zu einem neuen Principe der Classification der Geschöpfe — zum genetischen, oder dem Principe der Entwickelungsgeschichte. Indem der Mensch Dasjenige am vollständigsten begreift, was er entstehen sieht, erwarb er sich durch den Blick in die Entwickelungszustände der Natur den rechten Schlüssel zur Eröffnung des Naturgeheimnisses — die Unterscheidung nach inneren Merkmalen der organischen Wesen wurde nunmehr eine durchaus wissenschaftliche; jetzt wurde erkannt, daß die ganze Mannigfaltigkeit der Formen und Gestalten nur bleibende Bildungsmomente einer Reihe von Entwickelungszuständen sind, welche, von verschiedenen Urtypen anhebend, in höheren Geschöpfen nur als embryonale Durchgangsstadien vorübergehend durchlebt werden, während niederere Geschöpfe auf einer solchen Stufe den Ausdruck ihrer völligen Vollendung erhalten. So läuft also durch die ganze Natur eine aufsteigende Reihe von Bildungsstadien, vom Einfachen zum Vollkommneren sich entfaltend, und die sämmtlichen Familien und Gattungen sind nichts Anderes, als Organisationen, welche auf irgend einer Stufe der aufsteigenden Linie als fertig und ausgewachsen beharren und in ihrem Organismus eine Einrichtung und Lebensfunctionen repräsentiren, welche andere, höhere Geschöpfe im Eie schnell und als Durch-

gangspunkt durchgemacht und hinter sich gelassen haben. —

Diese, die ganze Natur so schön und logisch in allen ihren Formverhältnissen enträthselnde und verknüpfende Beobachtung wurde aber wieder von der Naturphilosophie ergriffen und durch aufgedrungene Principien entstellt. Man gefiel sich in der Ansicht, daß, da die organische Welt eine ununterbrochene Reihe von Geschöpfformen sei, wo eine höhere aus der niederen hervorwachse, nun auch diese Stufenleiter so verstanden werden müsse, daß z. B. ein Säugethier erst wirkliches Infusorium, dann Wurm, dann Weichthier, Fisch u. s. w. gewesen sei und durch diese Bildungsstufen sich hindurch gelebt habe. — Die thatsächliche Naturwissenschaft, welche ohne vergleichende Beobachtungen nichts behauptet, mußte über solche Phantasie lächeln, denn in der Entwickelungsgeschichte eines jeden organischen Wesens läßt sich vom frühesten Anfange an der specielle Grundplan erkennen, der sogleich auf eine tiefere oder höhere Organisation hinweiset, aber dieser specielle Bildungskeim liegt eingebettet in allgemeine Entwickelungsprocesse des Lebens, welche das specielle, im Keime schon signirte Geschöpf einer höheren Ordnung nur vorübergehend durch Lebensformen führen, welche tieferen Ordnungen analog — nie aber identisch sind. Denken wir uns eine Bildungsanstalt in mehre Classen getheilt, welche von unten nach oben eine fortschreitende Entwickelung methodisch verwirklichen. Mancher Zögling wird aus Quarta confirmirt werden und als fertiger Mensch in das Leben treten; — der höher Entwickelte aber wird aus Prima in die Welt gehen und eine weit vollkommnere Bildung repräsentiren. — Hat man nun ein vernünftiges Recht zu sagen: Der Primaner war in Quarta ganz und gar derselbe und gleichbedeutende Mensch, wie jener Quartaner, welcher in dieser Durchgangsclasse beharrte und fertig fürs Leben wurde, natürlich als untergeordnetes

Subject? — Mochten Beide auch zeitweise gleiche Form und gleichen Inhalt ihrer Bildung haben, Beide zeitweise von gleichem Wissen und gleicher Fertigkeit sein — der nachherige Primaner war dennoch ein specifisch ganz anderes Wesen, er trug die Anlage zu einer höheren Lebensverwirklichung in sich, — die untere Classe, wo er mit dem Andern analog war, wurde nur ein Durchgangspunkt für ihn; — hätte er nicht eine höhere Anlage gehabt, so würde er ebenfalls mit dem Quartaner die Schule verlassen und sich für fertig gehalten haben. — Möge dieses Gleichniß dazu nützen, den Gegenstand, den ich hier meine, populärer und anschaulicher zu machen. —

Die Entwickelungsgeschichte, welche eine so bedeutende Helligkeit in die dunklen Erkenntnißgebiete der Naturwissenschaft geworfen hat, würde aber lange noch auf ihre bewunderungswürdigen Resultate zu lauern haben, wenn die Naturwissenschaft nicht auch in anderen Gegenden gewaltig aufgeklärt hätte. Kannte man die Formen und Gestalten, so war noch eine wichtige Frage unbeantwortet geblieben, nämlich: welche Kräfte wirken in den Stoffen, um diese zu Formen und Organen zu bilden, und welche Kräfte halten die Organe in lebendiger Bewegung und Function? — Die Naturphilosophie verstand diese Frage leicht zu beseitigen, sie sagte: „Stoff + Kraft = Leben," oder das „bewußtlose Denken der Natur bildet nach immanentem Urbilde, und Kraft ist nur die naturgeistige Seite der Materie." — Eine weit größere Schwierigkeit fand die thatsächliche Schule der Naturwissenschaft in der Beantwortung dieser Frage nach der Dynamik des Lebens und noch heute arbeitet sie an der nöthigen, erfahrungsmäßigen Beweisführung ihrer darauf gegebenen Antwort. Wie sie diese gab, darüber werde ich in einem späteren Briefe berichten. —

Die erkannte Nothwendigkeit, die Natur in besondere Wissenschaftsfächer zu theilen und in jedem die fähigen Arbeiter zu beschäftigen, um das Einzelne vorläufig, zum Zweck

späterer Anwendung auf das Ganze des Naturlebens, so genau als möglich und in allen seinen Zustandsveränderungen zu prüfen, war die reichhaltige Quelle der wichtigsten Entdeckungen im Großen. Man zerlegte die Körper, prüfte ihr Verhalten in ungewöhnlichen Zuständen zu einander, experimentirte mit ihren Stoffen und Kräften, man erkannte neue physikalische und chemische Gesetze, neue Stoffe und Kräfte, neue Ursachen und Wirkungen und indem man Mikroskop und chemische Wage, Teleskop und Maschinen zu construiren und zu gebrauchen lernte, fielen alle Theorien und Hypothesen der größten Autoritäten, wenn sie nicht die Stichhaltung der mit Grundsätzen und thatsächlichen Vorkenntnissen unternommenen Experimente und sichtbaren Beweisführung aushielten, gleichzeitig mit den Schuppen von den Augen.

So gelangte die Naturwissenschaft in das Stadium der Gegenwart, so wurde sie von Einfluß auf das Menschenleben — eine Weltmacht, vor der sich Jeder beugen muß, wenn er Anspruch auf Bildung macht oder mit dem Leben nur einigermaßen fort will. —

Es wird meine Aufgabe sein, in folgenden Briefen die hervorragendsten Leistungen der Naturwissenschaft, in den verschiedenen Gebieten derselben, auf leichtverständliche Weise zu schildern; schauen wir aber zuvor noch näher den Charakter der Neuzeit an und fragen wir, wie die vorhin in der historischen Skizze der Naturerkenntniß geschilderten Richtungen der Forschung zu den Hülfsmitteln der neueren Wissenschaft gelangten. —

Zunächst war es ein folgewichtiger Fortschritt im ungetrübteren Anschauen der Wahrheit, daß man sich von der schulmäßig eingepaukten, philosophischen Logik, welche der Naturforscher, als humanistische Brücke vom Obergymnasium für den Beruf mit erhalten hatte, lossagte und getrosten Muthes die Natur mit gesunden Augen betrachtete, im guten Glauben, daß

jeder naturwüchsige Kopf auch seine Logik habe. — Ich meine nicht jene vernünftige Gesetzlehre des Denkens, welche, wie sie z. B. Fries lehrte, aus einem gegebenen Satze auch die unwiderleglichen Folgerungen zu ziehen weiß, jedem Thun und Urtheile einen sicheren, mathematischen Anhaltepunkt gibt und der sinnlichen Beobachtung den gewissen Weg der Rück- und Weiterschlüsse zeigt — solche Denklehre ist dem Naturforscher ebenso wichtig und unentbehrlich, wie dem Schiffer der Compaß — nein! ich meine jene verwirrende, in kauderwelscher Sprache redende Philosophie der künstlichen Logik, welche aus postulirten Begriffen von Geist und Welt alle Möglichkeiten und Unmöglichkeiten am Himmel und auf Erden construirt, Formeln und unverständliche Sätze über Alles aufstellt, was ist und nicht ist und, um populär zu werden, sich zu einem geistreichen Spiele der Analogie oder des Witzes herabläßt. — Eine solche Gesetzgebung durch Begriffsformeln und fremdartige Sprache machte sich in der letztvergangenen Periode der Neuzeit gewaltig breit und wollte als Hegelsche Philosophie alle Wissenschaften beherrschen. Die thatsächliche Richtung und Schule der Naturforschung wäre wiederum sehr leicht in Gefahr gerathen, den alten Kampf, wie zu Schellings und Cuviers Zeiten, wiederholen zu müssen, wenn nicht der für das reale Wissen glückliche Umstand eingetroffen wäre, daß gleich im Anfange der Schöpfer der neuen Manier zu denken, Hegel, sich in seinem ersten Versuche, sich der Naturwissenschaft zu bemächtigen, auf das Lächerlichste blamirt hätte. — Er bewies nämlich durch speculatives Denken, daß zwischen Mars und Jupiter gar keine weitern Planeten, die sogenannten Asteroiden, vorhanden sein könnten — er bewies das durch seine Logik so schlagend und bündig, daß man sich betroffen anguckte, als in demselben Jahre von der thatsächlichen Beobachtung die Asteroiden wirklich entdeckt wurden. — Dieser blamirende Umstand hat jene philosophische Macht- und Rechthaberei abgehalten, sich mit der Naturwissen-

schaft weiter einzulassen und etwaige Versuche, von Seiten müßiger Köpfe, gingen in der Naturwissenschaft schnell und spurlos verloren. —

So wurde die Naturwissenschaft vor einem neuen Zerwürfnisse und Kampfe mit der Philosophie gerettet und konnte ihre exacte, beobachtende, vergleichende und von den Wirkungen auf die Ursachen schließende Forschungsmethode ruhig fortsetzen. — Das einzig gültige Princip, welches sie leitete, war nunmehr objective Wahrheit und diese forderte vor allen Dingen gewissenhafte Redlichkeit, Verbannung jeder Oberflächlichkeit, gegenseitige Controle der leicht irrenden Sinne und freimüthiges Bekenntniß der Irrthümer. Durch die Männer, welche diesen Bedingungen treu waren, wurde die Naturwissenschaft zu der Höhe geführt, welche sie gegenwärtig einnimmt.

Natürlich mußte ein solches Verfahren keine andere Autorität anerkennen, als die jeden Augenblick nachweisbare Thatsache; deshalb stürzten tausend alte, von Buch zu Buch, Auditorium zu Auditorium fortgeerbte Ueberlieferungen, stereotype Erklärungsformeln, die conservativen Eintheilungen und Fächer mit dem ganzen Schlendrian der früheren Zeit zusammen, es entstanden ganz neue Anschauungen, gründliche Definitionen, neue Eintheilungen der Fächer des Wissens, von denen manche ganz eingingen und andere von schnell wachsender Bedeutung dafür neu entstanden, und mit zunehmender Gründlichkeit im Einzelnen erweiterte sich lichtvoll der Blick des Verständnisses über das große Ganze.

Keine Wissenschaft, und so auch die Erfahrungswissenschaft der Natur, kann ohne eine philosophische Grundlage sein, da ja das Erfahrene, welches immer zerstreut liegt und gesammelt wird, ohne immer schon reines Korn ohne Spreu zu sein, unter einen zusammenfassenden Schluß und eine geistige Anschauung gebracht werden muß, wodurch das Einzelne und Zerstreuete seinen rechten Platz und seine richtige Beleuchtung erhält.

Die Naturwissenschaft der Neuzeit hat eine solche philosophische Grundlage gewonnen und in seinen hervorragendsten Repräsentanten geltend gemacht; — daß dieselbe eine richtige ist, beweisen die gewaltigen Fortschritte des Naturverständnisses, das seine Wahrheit durch die Anwendung auf das Leben täglich bestätigt. Es ist die mathematische Philosophie der Natur, welche hier die Grundlage bildet; sie ist die untrügliche, jederzeit beweisfähige Philosophie beim Erforschen und Erkennen der Körperwelt, die aber, eben weil der menschliche Geist das Erkennende ist, auch eine Philosophie der Geisterwelt ist.

Insoweit die Welt den äußeren Sinnen der Menschen zugänglich ist, gehört sie der Naturbetrachtung an und indem der Geist das Gesetz der Erscheinungen und deren Zustandsveränderungen erkennt, wird die Beobachtung zur Wissenschaft. Die Natur bietet den Sinnen die Qualität ihrer Stoffe, die Form und die Bewegung im Raume dar — diese drei Richtungen des Naturlebens hat die Naturwissenschaft als Chemie, Naturgeschichte und Physik gründlich zu bearbeiten; chemisches Gesetz, Bildungstrieb oder Lebenskraft und Gesetz der Bewegung sind demnach die letzten Objecte der Forschung, die Resultate der sinnlichen Erfahrung.

Durch geistige Thätigkeit der Vernunft allein, durch Einsicht ohne Erfahrung werden diese Resultate nicht erreicht; deshalb sind die Naturwissenschaften reine Erfahrungswissenschaften, denen der denkende Geist, die Einsicht, entgegenkommt, indem er aus dem Sammel- und Hauswerke der sinnlichen Thatsachen ein System macht, das heißt, unter einem vernünftigen Gesichtspunkte ordnet, erklärt und begreift. Dazu aber ist die Erfahrung des einzelnen Mannes nicht genügend, er würde nur für sich selbst, nach seinem eigenen Sehen und Begreifen, ein subjectives System zurecht machen können — es gehört zu einem wissenschaftlichen Systeme die Gesammterfahrung aller Forscher, wobei das Einzelne gegenseitig

geprüft, zum Zeugen oder Widersacher des Andern gemacht und jede Thatsache gezwungen wird, sich der Aussage aller Zeugen zu unterwerfen. Dadurch allein vermag das beschränkte subjective Wissen des Menschen ein objectives, thatsächliches zu werden. —

Und dieses ist der folgenreiche Weg, den die neuere Naturwissenschaft eingeschlagen hat. Alles, was sie Reflexion nennt, ist nichts Anderes, als Ueberschauen, Vergleichen, Ordnen, Lichten, Erklären und Verknüpfen der Thatsachen, woraus ja gerade die Auffindung der Regeln und Gesetze hervorgeht; das sind rein geistige Thätigkeiten, welche aber um so weniger irre leiten, als sie unter einer mathematischen Logik stehen, welche Einseitigkeiten und halbe Beobachtungen zum Aufbau einer Ansicht nicht gebraucht, sondern ausscheidet.

Beantworten wir jetzt die vorhin aufgestellte Frage, wie die Naturwissenschaft zu diesen eminenten Resultaten gelangte, so heißt die Antwort abermals: durch die physikalische Erklärungsweise auch der organischen Lebenserscheinungen. Darauf führte die Erkenntniß, daß die chemischen und physikalischen Gesetze die ganze Natur beherrschen, daß dieselbe Thätigkeit, welche chemische Zustandsveränderungen in Luft, Wasser, Mineral veranlaßt, auch in Pflanzen und Thieren sich geltend macht, daß das organische Wesen nur ein Zusammenwirken chemischer und physikalischer Kräfte und Gesetze ist, die in einer speciellen Form und innerhalb der Grenzen einer leitenden Bildungskraft (Lebenskraft) sich bethätigen. Erst durch diese physikalische Erklärungsweise wurde der Schleier gelüftet, welchen philosophische Zeiten nicht vom nackten Bilde der Lebenswahrheit zu entfernen vermochten. Die reine Anwendung der Methode, wie sie in der Chemie und Physik sich so erfolgreich gezeigt hat, klärte auch in der so verworrenen Lehre vom Leben der Pflanzen und Thiere erstaunlich schnell auf, das Mystische

und Philosophische in der Physiologie, was seither nur mit Formeln erklärt wurde, fand auf einmal eine so einfache Bedeutung und augenscheinliche Offenheit, daß man nichts Neues enthüllte, keine ungeahnten Kräfte und Stoffe, sondern längst von Chemie und Physik gekannte oder vermuthete, nur dem organischen Bildungstriebe unterworfene Processe und Gesetze antraf, auf welche die sofortige Anwendung der physikalischen Erklärungsmethode ein orientirendes Licht warf. Man braucht nur einmal ein Lehrbuch der Physiologie der Thiere oder Pflanzen, was vor vierzig Jahren geschrieben worden ist, zur Hand zu nehmen und mit einem Lehrbuche über gleichen Gegenstand, aber der Jetztzeit angehörend, zu vergleichen, man wird glauben, daß ein Zeitraum von einigen hundert Jahren dazwischen läge, Alles ist im ersteren Buche mystisch, halb oder gar nicht erklärt, voraussätzlich, die Lücken sind mit philosophischen Floskeln ausgestopft, die Kräfte, als unbekannte Größen, als Wundermächte, mit dem ganzen Ballast der unverstandenen Wirkungen belastet — während im neueren Buche Alles klar, mathematisch logisch, streng mit Sinn und Einsicht geprüft, durchsichtig, lichtvoll und so offenbar ist, daß man überall die waltenden Kräfte wiederfindet, welche durch die ganze Natur wirken. — Und wie viele neue Kräfte, neue Erscheinungen, neue thatsächliche Erklärungen und Entdeckungen enthält ein Lehrbuch der Gegenwart im Vergleiche mit dem Codex der Auditorien vor vierzig und funfzig Jahren? Wie mannigfaltig sind diese Kräfte und Erklärungen nutz- und dienstbar für das Leben gemacht, wo sie sich praktisch bewähren und der Wissenschaft die Ehre geben, daß sie dem Leben keine Theorie, sondern Thatsachen geliefert hat, daß das Object der Wissenschaft nicht mehr, wie früher, Bücher sind, sondern daß es das Leben selbst ist, welches sein Recht an die Resultate der Forschung geltend macht.

Und wollen wir jetzt schließlich den Charakter der neuen

Naturwissenschaft im Allgemeinen von der Zinne des Menschenlebens überschauen, wie man ein Panorama bis an den verschwimmenden, unübersehbaren Horizont betrachtet, so ist die Naturwissenschaft wie ein überfließender, heiliger Strom zu betrachten, der über die Ufer, welche einst der priesterliche Geheimnißdienst aufrichtete, hinaus in die Fluren der gebildeten Welt, in die Niederungen des Lebens eingedrungen ist, welcher den, Leben und Wissen scheidenden Damm durchbrach, und seine Resultate, den Goldsand seines reichen Grundes, allen Menschen darbietet, welche sein Stromgebiet suchen. Die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre hat, weil sie nicht für Gelehrsamkeit, sondern für die Menschheit wirkte, große Umwandlungen in den Begriffen und Lebensverrichtungen der Völker hervorgebracht und das Wirkliche dem Menschengeiste näher geführt. Das fühlte Humboldt in seiner ganzen Bedeutung, als er die Naturwissenschaft bei Gelegenheit der ersten Versammlung der Naturforscher in Berlin als die vermittelnde Macht bezeichnete, welche Entfernung, Verschiedenheit und Schranke aufhebe im Leben, Glauben und bürgerlicher Verfassung, welche zur geistigen Einheit des zerrissenen Menschengeschlechts führe, und da Erkenntniß des Wahren zugleich die Pflichtausübung fordert, so schwäche jenes Gefühl der Einheit weder Religion, Verfassung und Heimathsgesetz. —

Einen neuen, gewaltigen Hebel für Verbreitung der Naturwissenschaft im Volke fand dieselbe aber noch, — und das muß ich am Schluße dieses Briefes noch besonders andeuten — in der Erweiterung des Blickes und Lebens in neue Gebiete der Erde durch jene Art naturwissenschaftlicher Entdeckungsreisen, wie sie Humboldt verwirklichte. Der Charakter und der Zweck solcher Reisen war in früheren Zeiten ein ganz anderer, als in den letzten funfzig Jahren, deshalb waren die Resultate für Naturwissenschaft und Lebenserweiterung des Geistes nur gering, abgesehen davon, daß sie für Politik, Handel

und andere materielle Seiten der Völker ihren unverkennbaren Nutzen haben mochten. Erst als die von Cuvier geweckte vergleichende Methode der Naturforschung ein reicheres Material von allen Küsten, Landflächen, Gebirgen und Meeren der bekannten Erde forderte, da zeigte Humboldt zuerst, wie man reisen müsse, um der Naturwissenschaft und der Menschencultur geistig und materiell gleichzeitig zu nützen. — Er rief zur Nachfolge auf und gab der neueren Weise naturwissenschaftlicher Entdeckungsreisen den gegenwärtigen Charakter. Es ist die Kenntniß der Erde und ihrer Bewohner, die Auffindung der Naturgesetze im Großen, die sowol Weltkörper und Menschen, als Thiere, Pflanzen und Mineralien regieren; es ist die Entdeckung neuer Lebensformen und die Wiederbestätigung an ihnen, daß auch sie Producte der bekannten Bedingungen der Combination und Gestaltung sind; es ist die Bestimmung noch ungewisser Gegenden und ihrer Producte, die Bekanntschaft mit neuen Völkern, Sitten, Sprachen und geschichtlichen Spuren der Cultur — mit einem Worte die physische Weltkunde im Einzelnen und Ganzen, an deren Vollendung gearbeitet wird.

Es ist nicht zu zweifeln, wie solche Untersuchungen und Entdeckungen in ihren fortwirkenden Folgerungen in alle Zweige des gelehrten und praktischen Wissens hineingreifen und tausendfältige Anwendung auf zahlreiche Kreise des Lebens finden mußten; es konnte nicht ausbleiben, daß die lebendigen Naturschilderungen, welche im entschiedensten Contraste mit den früheren, trocknen, pedantischen Referaten von Reiseabenteuern standen, die Seele des Menschen hoben und selbst Reiselust erweckten, daß die Belehrungen oder von Anmuth und phantasieerregender Bildsamkeit und Naturtreue belebten Darstellungen für Naturanschauung und höhere Naturempfindung begeisterten und unzählige intelligente Menschen zum Studium der Naturwissenschaft antrieben. Aber auch viele weibliche Gemüther wurden von der märchenhaften Tropenwelt, von dem belehrenden

Rathe der Chemie in Küche und Hausstand, von Blumen und Büchern angezogen, tiefer in das Naturleben sich einweihen zu lassen.

Zweiter Brief.

War es meine Absicht, in dem vorhergehenden Briefe eine allgemeine historische Skizze der Entwickelung naturwissenschaftlicher Erkenntniß, der allmäligen Auffindung einer richtigen Methode der Erfahrung und Einsicht und ein Bild von dem Charakter der Naturwissenschaften der letzten funfzig Jahre zu geben, so habe ich, ehe ich die Leistungen selbst, welche wir dieser letzteren Periode verdanken, in ihren hervorragendsten Thatsachen, je nach den verschiedenen Fächern der Naturwissenschaft, aufführe, zuvor noch ein Wort über den Einfluß auf das Menschenleben zu reden, den diese Briefe (wie schon ihr Titel sagt, womit sie sich an die gebildete Welt adressiren) ganz besonders nachzuweisen bestimmt sind.

Daß ein solcher Einfluß auf das Menschenleben nicht nur kein eingebildeter, daß das Interesse, welches das Publicum heutzutage für Naturerkenntniß offenbart, kein aufgedrungenes, sondern ein freiwillig erwachtes und Belehrung und Anschauung suchendes ist, hat jeder Kenner und Mitarbeiter der Naturwissenschaft recht einleuchtend erfahren können, wenn er öffentliche, populäre Vorträge über das Naturleben vor einem verschiedenen, intellectuellen Kreisen angehörenden Publicum hielt. Von den berühmten populären Vorträgen Humboldts, welche im Winter 1827—28 zu Berlin stattfanden, an, bis auf alle, in gleichem Geiste und mit Fähigkeit gehaltenen Lehrvorträgen der Art in neuester Zeit, hat das Publicum eine Aufmerksamkeit bewiesen, welche mit jeder neuen Thatsache und deren Anwendung auf das Leben sich steigerte, und Schreiber

dieser Zeilen war unzählige Male Zeuge davon, wie selbst Damen wirkliche Collegienhefte nachschrieben und Jünglinge, Männer und Greise keine Opfer scheuten, um vor dem Rednerstuhle des populären Naturlebens die enthüllten Geheimnisse der Erscheinungswelt im Lichte eines klaren Verständnisses zu schauen, und ich habe junge Männer sagen hören, daß sie seitdem in ihrem Empfinden und Wollen edler geworden wären. —

Die bildende Wirkung der neueren Naturwissenschaft ist es, welche, neben dem technischen Nutzen, den sie gewährt, als ein vorzüglicher Einfluß auf das Menschenleben betrachtet werden muß. Eben dadurch wird die Naturwissenschaft ein moralisches Vermächtniß an das Volk, dessen Zinsen sich kaum im voraus berechnen lassen, denn welcher neue Horizont geht vor dem Standpunkte der Menschen auf, wenn der äußere und innere Sinn des Erkennens alle Erscheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zusammenhange und die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes auffaßt! — Dadurch wird das Einzelne verknüpft mit dem All, die verwickelten Ursachen der mannigfaltigen Daseinsformen werden zurückgeführt auf die durchgreifenden Kräfte der Einheit des gesammten Naturwesens, Himmels- und Erdräume eröffnen sich dem Wollen und Wirken des Menschen. —

Aber — wird der Zweifler einwenden — haben nicht frühere Zeiten dasselbe von sich und ihrem Naturwissen gerühmt? Und sind nicht, wie der vorige Brief behauptet, die früheren Lehrbücher veraltet, hat die Gegenwart sie nicht antiquirt? Was bürgt uns dafür, daß nicht spätere Zeiten, vielleicht am Schlusse der begonnenen neuen funfzig Jahre, ebenso über unsere Gegenwart sich äußern und die bildende Wirkung auf das Leben nur eine, auf hinfällige Lehren gegründete ist? —

Wir antworten darauf, daß die Grundprincipien und wesentlichen Anschauungen der gegenwärtigen Naturwissenschaft niemals, so lange das menschliche Wissen durch künftige

Generationen sich vervollkommnen wird, umgestoßen werden können. Eine Wahrheit, welche Thatsachen liefert, ist ewig unerschütterlich. Möchtest du jemals den Muth haben, an der Wahrheit der Lehre Jesu zu zweifeln? Kannst du wegleugnen, daß sie in der moralischen Welt Thatsachen, Wirkungen durch die logische Ursächlichkeit ihrer Grundsätze hervorbringt, die wirklich den Menschen heiligen und glaubst du, daß es jemals, nach Jahrtausenden möglich würde, die christliche Lehre zu antiquiren und durch eine neue zu ersetzen? Nein! es gibt Lehren, welche, in der Zeit und im einzelnen Menschen geboren, sogleich ihre Ewigkeit in sich tragen, weil sie eine Wahrheit lehren, welche allaugenblicklich sich durch ihre Thatsachen beweiset. Könntest du wirklich der Meinung sein, daß nach hunderttausend Jahren irgend ein scharfer Denker im Stande wäre, den pythagoräischen Lehrsatz umzustoßen? Dann müßtest du auch daran zweifeln, daß zweimal zwei vier ist. — Solche Wahrheiten hat aber die gegenwärtige Naturwissenschaft zu Grundsteinen ihres Lehrgebäudes gemacht, mathematische Festigkeit sichert dasselbe vor aller zerstörenden Unvernunft. Leugne weg, daß die Locomotiven durch Dampfdruck und dessen physikalische Gesetze getrieben werden, daß der Telegraphendraht eine galvanische, magnetisch machende Kraft leitet, daß eine Inductionsströmung in der Drahtspirale entsteht, wenn du einen durchlaufenden galvanischen oder magnetischen Strom unterbrichst oder wiederherstellst — daß diese oder jene Elemente ganz bestimmte Wahlverwandtschaften und Combinationsgesetze in Quantität und Qualität haben — daß der Planet Neptun durch Berechnung früher, als mit den Augen gefunden wurde — kannst du diese Thatsachen nicht wegleugnen, gut! so mußt du die ewige Wahrheit in der Naturwissenschaft der Gegenwart anerkennen, ebenso wie diese die Gesetze der Pendelschwingung, deren Entdeckung früheren Jahrhunderten angehört, als Thatsache empfangen und genützt hat. Zu solchen mathematischen Wahrheiten

führt aber die gegenwärtige, physikalische Methode der Naturwissenschaft und diese sind es eben, welche ihre bildende Wirkung auf das Menschenleben geltend machen. Darum muß diese Bildung eine dauernde sein. Mag auch das einstweilen nur als vereinzelte Erscheinung Erkannte künftig erst einem allgemeinen Gesetze untergeordnet werden müssen, sollten neue Naturkräfte entdeckt, ergründet, scheinbar einfache Stoffe dereinst an Zahl vermehrt oder als zusammengesetzte erkannt werden — die Grundsätze der Wissenschaft, die Anschauung der bereits erkannten Kräfte und Stoffe, die Methode des Weiterschließens und die vorhandenen Resultate sind richtig und weisen, im Wechsel der Erscheinungen und in der noch unklaren Ferne auf das ewig Beharrende und Gesetzmäßige hin, was die Wissenschaft als solches fand, erklärte und thatsächlich bewies. Die Natur ist aber kein Staat, welcher seine Gesetze durch Revolutionen und Octroyirung ändert — in ihr herrschen ewig dieselben Gesetze und ihre Revolutionen sind nur Sprengungen der Banden und Aeußerungen der Macht, welche das immer gleiche Gesetz zur Geltung bringen.

Die bildende Wirkung der Naturwissenschaft auf die Menschheit ist zunächst eine Hinführung auf den rechten Standpunkt der Anschauung des Weltgemäldes, der unendlichen Mannigfaltigkeit in ihrer wechselnden Bewegung und Ruhe. Mit dem Naturgenusse beginnt die Freundschaft zwischen Menschengeist und Natur; — er führt still und lächelnd die Erscheinungswelt mit ihrer geahnten Tiefe der höheren Ordnung dem Bewußtsein der Völker näher. Der Naturgenuß an der Hand der Wissenschaft veredelt die Sinne, regt die geistige Entwickelung an und führt zur Empfindung und allmäligen Einsicht des tiefern Zwecks der in uns sich abspiegelnden Welt, — der Menschennatur. — Im Umgange mit der Natur, als einer von der Wissenschaft gedeuteten gesetzlichen Welt bunter Formen und Bewegungen, wo jeder Wechsel und jede scheinbar

beharrende Gestalt auf ein vernünftiges Walten hinweiset, da wird der Mensch sich selbst bewußter, er wird edler. — Mit dem dumpfen, kindlichen Ahnen einer inneren, ewigen Gesetzmäßigkeit der überall unser Gefühl durchdringenden Natur, blickt der, von der Wissenschaft noch unberührte Mensch in die Welt, deren Schönheit ihn anzieht; — er fühlt eine anregende, geheimnißvolle Kraft in seinem Gemüthe, welche ihn immer von neuem zu der Natur zieht, seinen Geist erfrischt, erheitert und ermuthigt; er fühlt seine Leidenschaft verstummen, wenn er den Frieden einer glücklichen Landschaft empfindet, sein Schmerz schweigt vor dem plaudernden Bache, der Waldeinsamkeit, sein Stolz demüthigt sich vor den großen Phänomenen heftiger Naturbewegungen, die auf mächtigere Kräfte, als Menschenwillen schließen lassen — — ohne es zu wissen, lebt der Mensch schon in Unmittelbarkeit mit der Natur, er empfindet in feierlichen und ernsten Momenten des Naturgenusses die Ahnung höherer Ordnung und innerster Nothwendigkeit — das große Allgemeine tritt vor die Beschränktheit des Menschen, oft anziehend, oft erschreckend. —

Aber je mehr der Mensch, im Umgange mit der Natur, vertraut mit ihren Bildern wird, um so mehr und näher fesselt ihn das Einzelne — das Besondere einer Landschaft, der Charakter einer Gegend, die Pflanzen- oder Thierwelt, der Stein, die einzelne Blume und das Insekt. Je näher wir dem Einzelnen treten, desto lebendiger, dauernder wird der Eindruck; ein engerer Kreis von Gefühlen und Ideen concentrirt unsere Beziehung zum Einzelnen, wir lernen die verschiedensten Einzelnheiten kennen, bald hier, bald dort, aber es überkommt uns das Gefühl, als sei ein geheimnißvoller Zusammenhang in Allem, als eigne sich unser Gemüth das Verwandte an und als sei der Mensch verwandt mit allem Organischen. — In der natürlichen Verknüpfung sinnlicher Anschauungen leitet das ahnende Gefühl den Menschen zu der anfangs dunkeln, aber

wie Morgenlicht aufdämmernden Erkenntniß, daß ein gemeinsames, gesetzliches und darum unvergängliches Band die ganze lebende Natur durchdringe.

So gelangt der Mensch auf die höhere Stufe der Freundschaft mit der Natur, auf den echt menschlichen Naturgenuß, wo sich mit den gemüthlichen Anregungen auch die Ideen regen, wo die Ahnung des Ordnungsmäßigen und Gesetzlichen zu einem vernunftgemäßen Erkennen sich steigert. Es ist eine Freundschaft mit der Natur, wie sie derjenigen zwischen Menschen analog ist, wo nicht mehr die äußerliche Gestalt, das Empfindungsleben, die ahnende Sympathie, sondern das Erkennen des Charakters, das Verbindende und Dauernde der Freundschaft wird. Dieses Erkennen der Gesetzmäßigkeit in der Natur ist die Aufgabe der gegenwärtigen Civilisation, ein überall gefühltes Bedürfniß der zunehmenden Bildung unserer Zeit, das jedoch noch einer bedeutenden Verwirklichung bedarf, da gerade in den höheren Volksclassen, wo man auf eine gesellschaftliche Bildung ein bevorzugtes Recht in Anspruch nimmt, die rohesten Irrthümer zu Hause sind und die Naturbetrachtung sich nicht über einen gewöhnlichen Gemüthseindruck erhebt.

Die bildende Wirkung der Naturwissenschaft macht sich aber namentlich in denjenigen Lebenskreisen bemerkbar, wo man selbst noch natürlich geblieben und nicht in die Entartung gekünstelter Daseinsformen gerathen ist, welche das Unwahre, Unsittliche und Unnatürliche mit der Schminke des Sinnenreizes oder mit dem Anstandscostüme des „bon ton“ verhüllt haben. Alle unverdorbenen Stände der Gesellschaft zeigen das aufrichtige Streben, ihr Dasein durch Ideen- und Anschauungs-Erweiterung zu bereichern und durch die Natureinsicht zu verschönern und wirklicher zu machen.

Ich habe wol von Leuten aus der guten Gesellschaft die Aeußerung vernommen, daß man, um seine Freude an der Natur nicht einzubüßen, dieselbe nur im Allgemeinen betrachten

und auf das Einzelne sich nicht einlassen solle, wie es auch den Kunstgenuß an einem Bilde störe, wenn man Farbe, Material, Leinwand, Papier ꝛc. bis auf die letzten Gründe prüfe. — Ich halte diese Behauptung, daß ein Nachforschen der inneren Beschaffenheit, Bedingungen und Kräfte der Natur den Reiz derselben zerstöre, für eine kindliche Anschauung der Dinge um uns. Der Reiz, den für Kinder und solche Leute die Natur bietet, ist nichts Anderes, als das Geheimnißvolle, das den Eindruck des Erhabenen macht, das die Phantasie unbeschränkt und etwas Unbegrenztes ahnen läßt, das für das Gemüth immer den Zauber der Anziehung und die Quelle der Bewunderung darbietet. Die Sentimentalität ist es, welche mit der Naturempfindung bereitwillig tändelt, aber die Naturwissenschaft als eine strenge und kalte Zerstörerin des Naturgenusses flieht. Diese Sentimentalität hat sogar ihren Philosophen gefunden, der „in der Unwissenheit von den Naturdingen die Quelle der Naturerhabenheit und Bewunderung“ zu beweisen suchte.

Mit Bedauern kann der Naturfreund nur jene Unwissenden betrachten, die sich die reinste Quelle ihres irdischen Lebensgenusses selbst verschließen; ich rufe Alle auf, welche der Natur irgend ein Verständniß im Ganzen oder Einzelnen abgewonnen haben, Forscher, Forst- und Bergleute, Gärtner, Fabrikanten, Handwerker — ob sie nicht durch die Einsicht in die Stoffe und Kräfte der Natur, in den Zusammenhang ihrer Erscheinungen, das Mittel einer höheren Empfindung und Bewunrung, eine Erweiterung von Gemüth und Geist, die ermuthigende Freude höherer Intelligenz und eine klare Anschauung des Göttlichen in sich wahrgenommen haben, ob nicht das geringste Naturgesetz, wo der Mensch sich ihm befreundete, auf höhere und unbekannte führte, den Drang nach weiterer Einsicht weckte, den Geist vor das Unermeßliche fortriß und zur veredelnden Andacht stimmte? —

Mir fallen bei dieser Gelegenheit treffende Worte Humboldts ein, die ich nicht uncitirt an dieser Stelle vorüberziehen lassen kann. — „Allerdings" — sagte er — „wirken Kräfte im eigentlichen Sinne nur dann magisch wie im Dunkel einer geheimnißvollen Macht, wenn ihr Wirken außerhalb des Gebietes allgemein erkannter Naturgesetze liegt. Der Beobachter, der durch ein Heliometer*) oder einen prismatischen Doppelspath den Durchmesser der Planeten bestimmt, der Jahrelang die Meridianhöhe desselben Sterns mißt, zwischen dichtgedrängten Nebelflecken teleskopische Kometen erkennt, —, er fühlt seine Phantasie (und es ist ein Glück für den besseren Erfolg seiner Arbeit) nicht mehr angeregt, als der beschreibende Botaniker, so lange er die Kelcheinschnitte und die Staubfäden einer Blume zählt und in der Structur eines Laubmooses die einfachen oder doppelten, freien oder ringförmig verwachsenen Zähne der Samenkapsel untersucht; aber das Messen und Auffinden numerischer Verhältnisse, die sorgfältigste Beobachtung des Einzelnen, bereitet zu der höheren Kenntniß des Naturganzen und der Weltgesetze vor. Dem Physiker, welcher (wie Thomas Young, Arago, Fresnel) die ungleich langen Ströme der durch die Entfernung sich vernichtenden oder verstärkenden Lichtwellen mißt, dem Astronomen, der mittelst der raumdurchdringenden Kraft der Fernröhre nach den Monden des Uranus am äußersten Rande unseres Sonnensystems forscht, oder (wie Herrschel, South und Struve) aufglimmende Lichtpunkte in farbige Doppelsterne zerlegt; dem eingeweihten Blicke des Botanikers, welcher die in der Charapflanze gekannte kreisende Bewegung der Saftkügelchen in fast allen vegetabilischen Zellen wiederfindet, die Einheit der Gestaltung (d. h. die Verkettung der Formen in Geschlechtern und natürlichen Familien) erkennt —

*) Sonnenmesser, Einrichtung an einem Fernrohre, um die scheinbaren Durchmesser der Sonne, des Mondes oder der Planeten zu bestimmen. —

ihnen gewähren die Himmelsräume, wie die blüthenreiche Pflanzendecke der Erde gewiß einen großartigeren Eindruck und Anblick, als dem Beobachter, dessen Natursinn noch nicht durch Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen geschärft ist.“ — Diese Worte sind mir aus der Seele geschrieben, sie können in ihrer Wahrheit von Jedem geprüft werden, der die Natur kennen zu lernen den echten Drang hat. — Und wo wäre Einer, welcher Humboldt einen geringeren Naturgenuß zusprechen wollte, als einem in Naturdingen Unwissenden?

Soll aber die bildende Wirkung der Naturwissenschaft auf das Menschenleben über die Grenze der gewöhnlichen Naturempfindung hinausgehen, so ist es in allen Ständen, wo man auf Bildungsmittel zur Erweiterung der Intelligenz und des Daseins sinnt, ein bereits vielfach zur That gewordenes Bedürfniß, sich von dem Geschaffenen allgemeine Ansichten zu erwerben, welche das Einzelne und Besondere in der Natur erklären helfen. Wer durch Leitung, Beruf, Zufall oder Neigung irgendwo an die Natur anknüpft, um ihr ein Verständniß abzugewinnen, der würde, wie zu früheren Zeiten, lange suchen und irren können, wenn ihm die Naturwissenschaft der Gegenwart nicht die allgemeinen Anschauungen, als Licht und Karte einer unbekannten Landschaft, darböte; und wenn Jemand, welcher Jahrelang in den engen Schranken des Bürgerlebens gefesselt und mit stumpfen Sinnen an der Natur vorübergegangen war, nunmehr hinaustritt vor die allgemeine Ansicht des Geschaffenen, wo ihn Freiheit und Gesetz umgeben, wo Schönheit und Zweckmäßigkeit seine Sinne und Vernunft bethätigen, so wird er vor sich selbst, vor seinen edelsten Genüssen erröthen, daß er der Natur so lange fremd bleiben konnte, daß er einen Verkehr mit der Außenwelt entbehrte, welcher die geistige Ausbildung und den industriellen Fortschritt der Völker vorzugsweise förderte.

Der oberflächliche Beurtheiler der Naturwissenschaft erblickt

gar zu leicht in ihr nichts weiter, als eine Sammlung von Merkwürdigkeiten, von denen ein Theil zum Vergnügen, der andere zum Nutzen dient. Man freut sich über Schmetterlinge und Muscheln, man nützt Barometer, Thermometer, Dampfmaschine oder Galvanismus. Die bildende Wirkung der Naturwissenschaft hat aber ebenfalls ihre Geschichte, wie die Entdeckungen selbst. Ohne Naturwissenschaft hätten wir noch heute alle Greuel und unvernünftigen Ausschweifungen der Unwissenheit und des Aberglaubens; mit Astrologie, Magie, Geheimniß und Alchymie sank der Wunderglaube, verschwand der Teufel, die Hexerei, die ganze unselige Schwärmerei des Mittelalters, und es klärte sich das religiöse, philosophische, moralische, politische und praktische Leben auf. Die fortschreitenden Entdeckungen frischen den Geist an, und namentlich sind es die Experimente der Naturwissenschaft, welche die Menschen zur handelnden Thatsächlichkeit führten und aus der speculativen oder beschaulichen Passivität aufrüttelten. Man kann sich leicht durch eine vergleichende Ueberschau davon überzeugen, daß alle Völker, in welchen die erfahrungsmäßige Naturwissenschaft, die ohne Experimente nicht möglich ist, am frühesten begann und in das Leben eingriff, auch jedesmal die thatsächlichsten, die aufgeklärtesten, am weitesten in vernünftiger Anschauung und industrieller Fertigkeit fortgeschrittenen sind. —

Es ist hier noch ein Wort über diejenige bildende Wirkung zu reden, welche die Naturwissenschaft auf die arbeitenden Classen ausüben soll. Es ist damit gleichzeitig die Bedeutung der von den Regierungen mit so großen Kosten gestifteten und unterhaltenen Gewerbe- und polytechnischen Schulen anerkannt. Solche Lehranstalten sind eine wahre Wohlthat für die Völker, und daß frühere Zeiten diese Schulen völlig entbehrten, ist schon ein Beweis, daß die frühere Naturwissenschaft eine gänzlich unpraktische und auf das allgemeine Leben einflußlose

war. Eine polytechnische Lehranstalt bietet jedem Menschen die Gelegenheit dar, sich mit den Kräften und Gesetzen der Natur bekannt zu machen und ihre Anwendung für den Gewerbsbetrieb kennen zu lernen. Die vernünftige Logik zur Beurtheilung der Außenwelt bietet dem Schüler die Mathematik, welche freiwillig die Verstandeskräfte auch für andere Einsichten befähigt, es öffnen sich ihm die chemischen, mechanischen und physikalischen Werkstätten, wo Naturkräfte arbeiten, er knüpft an irgend einen Gegenstand, einen Gewerbszweig seine Neigung und Berufswahl an und gewinnt in dessen gründlicher Verfolgung eine allgemeine Ansicht vom Ganzen der Natur, und bekommt damit Vertrauen, seine Erwerbsmittel auf den richtigen Gebrauch der Naturkräfte zu stützen. Ein solcher, durch eine polytechnische Schule mit Fähigkeit, Fleiß und Nutzen gegangener Mensch wird sich in seiner ganzen Denk- und Handlungsweise von Andern unterscheiden, er wird aufgeklärter, gewisser, ruhiger, besonnener und zufriedener sein, er wird auf seine Umgebung, auf Familie oder Bekannte unwillkürlich Geschmack an Naturlehre wecken, da wol keine Wissenschaft mehr Stoff und alltägliche Gelegenheit zur Besprechung und Unterhaltung darbietet, als gerade die der Natur, wo immer Neues in Entdeckung und Anwendung auftaucht und der Reiz des Kennenlernens und Versuches immer anziehender ist. Alle anderen Stoffe der Unterhaltung, mögen sie Politik, Religion, Philosophie, Leben heißen, rufen fast immer Meinungsverschiedenheiten, Parteiansicht, Leidenschaftlichkeit und Streit hervor, während die Naturwissenschaft die Menschen, statt zu trennen, verbindet, indem sie auf einer festen Grundlage des Thatsächlichen beruhet, das gemeinsame Interesse am Resultate weckt und die Ideen und Bestrebungen der Menschen auf die Wirklichkeit leitet, wo Jeder in seinem Irrthum leicht zu überführen ist. Hieraus erkläre ich mir die bereitwillige Unterhaltung über Natur, die ruhige Weltansicht und die freudige Arbeitsamkeit

derjenigen Personen in den arbeitenden Classen, welche einer polytechnischen Lehranstalt ihre Bildung verdanken. —

Hierbei ist aber noch ein für den sittlichen Staat bedeutungsvoller Umstand nicht zu übersehen — die arbeitenden Classen werden durch Naturwissenschaft vor Unmoralität bewahrt. — Ich brauche wol nicht mehr zu beweisen, daß Dasjenige, was man in den gebildeten Ständen gemeiniglich Bildung nennt, den arbeitenden Classen niemals oder doch mit seltenen Ausnahmen zu Gute kommt. Und bleibt diese sogenannte Weltbildung in einem gewissen Grade den Menschen der arbeitenden Classen nicht fremd, so fördert sie gewöhnlich seine Gewerbsarbeit nicht, führt ihn im Gegentheile von seinem Berufs- und Lebenszwecke ab, überhebt ihn seines wahren Könnens und Sollens, erfüllt ihn mit Geringschätzung oder Ueberdruß gegen sein tägliches Gewerbe, lockt ihn, sich mit anderen Dingen der Bildung, mit Kunst, Wissenschaft oder geselliger Zerstreuung zu befassen, geräth in Müssiggang oder sucht seine miß- oder halbverstandenen Ansichten von allgemeinen oder höheren Dingen in Parteistellungen, in Politik, Religion oder Gemeindewesen geltend zu machen.

Der Umgang mit der Naturwissenschaft schützt den Arbeiter vor solchen Abschweifungen, die ihn immer in Verfall und Armuth stürzen, da er seinen wahren Berufsboden aufgibt und von der wahren Bildungsclasse niemals anerkannt und aufgenommen wird. Dieser Umgang mit der Natur kann aber nur dann ein echter und schützender sein, wenn er, fern von allem nur Unterhaltung suchenden Dilettantismus, auf einer soliden, praktischen Grundlage beruhet, wie sie der Handwerker durch die Bildung in einer polytechnischen Lehranstalt erlangt. Die naturwissenschaftliche Bildung ist das wahre Klima für die arbeitenden Classen; die Naturerkenntniß ist den Gewerbtreibenden, vor allen anderen Bildungsmitteln, am Zugänglichsten, durch die praktische Seite lernt er sie gleich anzu-

fassen und nützlich zu machen. Durch den geistigen, anschauenden Blick in das Reich der Naturgesetze, dessen Verständniß keine andere Vorbereitung, als gesunden Verstand und Begriffsfähigkeit fordert, erhält der Arbeiter eine allgemeine Anschauung und damit eine höhere Bildung — während diese Wissenschaft ihn nicht über seinen Stand erhebt, sondern recht eigentlich an seine Arbeit weiset. Und hat ein solcher Mensch wirklich höhere Begabung, so wird der damit verbundene, nimmer ruhende Thätigkeitstrieb im Kreise der Naturanschauung und des speciellen Gewerbes nicht müssig sein, den Horizont zu erweitern und auf naturgesetzlichem Wege zu neuen Erfindungen und Unternehmungen kommen, welche dem Gewerbfleiße Ehre bringen. Solche methodisch und gewerbschulmäßig in das Leben eingeführte Handwerker werden niemals ihre Zeit mit Erfindungsträumen, mechanischen Spielereien, Perpetuum mobile oder Geheimnißsucherei vergeuden, ihre Brotarbeit, während verschrobener Grübeleien und gesetzloser Versuche zu neuen Maschinen oder Stoffen, versäumen und keine Zeit noch Lust haben, politische Schreier in Volks- oder Bürgervereinen, Anstifter oder Apostel freier Gemeinden oder gar durch Marktschreierei und gespreizte Unwissenheit lächerlich zu werden, deren unausbleibliche Folgen Armuth und schlechter Credit sind.

Ueberall, wo in einem Lande der Gewerbefleiß blüht, wo die Industrie ihre Triumphe feiert, da ist es Blüthe und Triumph der Naturwissenschaft, welche sich in ihrer polytechnischen Anwendung verherrlicht; überall, wo ein durch Gewerbeschulen hindurchgegangener Arbeiterstand ist, da finden wir Veredlung der Personen und neben höherer Intelligenz auch Wohlstand. — Da in jedem vernünftigen Menschen eine Naturanlage, eine Fähigkeit vorhanden ist, welche das zunächst für das Leben und Schaffen Wichtige aufzufassen vermag, so ereignet es sich sehr häufig, daß ein Gewerbtreibender, der schulmäßige Einsicht in die Naturstoffe und Gesetze erhielt, eine Anwendung von wissen-

schaftlichen Lehrsätzen auf sein specielles Gewerk macht, die dem wissenschaftlichen Forscher unerwartet kommt und diesen wieder auf andere Gewinn bringende Verständnisse führt. Ueberhaupt ist die Erweiterung der Industrie, insofern sie erweiterte Anwendung der naturwissenschaftlichen Lehrsätze auf das besondere Product der gewerblichen Werkstätten ist, weit weniger von den Naturforschern, als von den naturwissenschaftlichen Gewerbtreibenden selbst ausgegangen. Und das ist auch ganz ordnungsgemäß; der Naturforscher kann nicht in allen Werkstätten praktisch zu Hause sein, nicht die kleinen Erfahrungen der Einzelnheiten haben, die Zufälligkeiten kennen, welches dieses oder jenes Gewerk durch täglichen Umgang genau voraussieht, und worauf es vorbereitet ist. Im Laboratorium des Naturforschers geht Vieles ganz vortrefflich, da alle kleinsten Bedingungen erfüllt sind — schickt man aber nun die Anweisung in die Werkstätte der Gewerbtreibenden, so gelingt Manches nicht, weil vielleicht scheinbar gleichgültige Umstände nicht berücksichtigt wurden oder auch die Praxis selbst hindernde Zufälligkeiten mit sich führt, welche der wissenschaftliche Mann nicht alle kennen konnte. Daraus erhellt aber recht einleuchtend, wie **wichtig und unentbehrlich die naturwissenschaftliche Bildung der arbeitenden Classen** ist, wie die größten praktischen Erfolge erst durch die polytechnischen Lehranstalten vermittelt wurden, indem sie einen Stand Gewerbtreibender bildeten, welche in ihren nächsten und engeren Kreisen Dasjenige praktisch machen müssen, was die Wissenschaft als Fortschritt in die öffentliche Form eines neuen Lehrsatzes kleidet. — **Der Mann der Wissenschaft und der Gewerbsmann gewinnen beide in ihrem Einflusse auf das Leben und die Industrie, wenn sie sich in ihren gegenseitigen Verhältnissen recht klar werden und sich in die Hände arbeiten.** Was nützen dem Leben und dem Gewerbe die großartigsten Entdeckungen und Erfindungen der höheren Wissenschaft, wenn der Gewerb-

treibende sie nicht versteht oder die specielle praktische Anwendung nicht durch eine Reihe kleiner Nacherfindungen vermittelt? Dadurch wird jede neue wissenschaftliche Lehre oder Empfehlung sofort auf den Prüfstein der Erfahrung gebracht, durch verschiedene praktische Hände geführt und geläutert — dadurch tritt der Naturforscher auch in directere Beziehung zum Gewerbestande und wird auf Einwürfe, Zufälle, günstige oder hindernde Momente und auf Einsichten geleitet, welche die Wissenschaft in ihrer höheren Sphäre zu berichtigen und zu erweitern vermögen und wodurch der Naturgelehrte selbst eingeweihet wird in die Erfahrung der Werkstätte. Aus dieser Vereinigung geht Bildung und Lebensverschönerung hervor — sie ist die wissenschaftlich praktische Mutter der Erfindungen. In der erfinderischen Thätigkeit und in ihren Producten prägt sich der intelligentere oder beschränktere Charakter, und damit Wohlstand oder Armuth eines Volkes aus. — Nicht Nachahmung der Erfindungen anderer Nationen, sondern eigene Erfindung und Wettstreit haben die Cultur der arbeitenden Classen geweckt und gehoben, und je weniger ein Volk erfunden hat, um so mehr ist es noch zurück. —

Der bildende Einfluß der Naturwissenschaft auf das Menschenleben ist aber noch in einer anderen, allgemeineren Richtung segensreich geworden, die ich schon vorhin andeutete, um am Schlusse dieses Briefes noch einmal darauf zurückzukommen. Ohne Naturwissenschaft, sagte ich, hätten wir noch heute alle Greuel und unvernünftigen Ausschweifungen der Unwissenheit, Astrologie, Magie, Alchymie, Teufel und Hexenprocesse — ohne Naturwissenschaft wären wir heute noch dem Barbarismus verfallen. —

Dies, lieber Leser, laß mich noch in aller Kürze beweisen, ehe ich dich an die Reihe der Leistungen führe, welche uns eben aus jenem Barbarismus gerettet haben. —

Die Naturwissenschaft ist ein tief in Leben und Bewußtsein des Menschen eingreifendes Mittel der Aufklärung — eine Quelle von Thatsachen und Folgerungen, welche mit in die sittlichen und bürgerlichen Anschauungsgebiete der Völker einströmen. So lautete mein Ausspruch schon früher. —

Ich kann unter Aufklärung nur jene edlere Weise der Tagwerdung im Menschenbewußtsein verstehen, welche in ruhiger Majestät des höher steigenden Tagesgestirns das Leben weckt, die Wirklichkeit von allen Nebel- und Traumgestalten befreiet, die Freude und That des Daseins aufruft und im Anschauen des Lichtes und der gesetzlichen Ordnung der Welt zum Urheber und höchsten Geiste der Vernunft und Freiheit andächtig die Menschenseele erhebt. Jede wahre Aufklärung ist ein schöner, belebender, segensreicher Sommermorgen, mit allen Bildern des Erwachens zu neuer Kraft und Anschauung — nicht aber, wie viele wühlerische Parteien glauben, ein Gewitter, welches die Luft reinigt, aber zerstörend über die Stätten der Menschen dahinzieht.

Da man über den Begriff „Aufklärung" noch nicht allgemein zu einem richtigen Einverständnisse gelangen kann, indem man darunter mehr eine Negation als positive Gabe der Wissenschaft versteht und sich auf Beispiele beruft, wo sogenannte Aufgeklärte auch oft Friedensstörer, Aufwiegler und Atheisten sind, so ist es denn leider wieder in unserer Gegenwart zu einem fast mittelalterlichen Rückschlage der Ansichten gekommen, indem die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre von einem, gottlob größten Theile des deutschen Volkes als Enthüllerin ewiger Weltgesetze und unumstößlicher Wahrheiten geachtet und gesucht, von einem anderen Theile aber verachtet, verfolgt und denuncirt wird, weil sie Weltgesetze enthüllt, Wunder und Aberglauben zerstört — mit einem Worte: weil sie aufklärt.

In welcher persönlichen Stellung zu diesen Ansichten ich

selbst mich befinde, das habe ich bereits in der Vorrede und Einleitung zu diesen Briefen deutlich zu verstehen gegeben, und die Gegner der Naturwissenschaft sind dabei in ihren letzten Gründen skizzirt worden. Eine Schrift aber, welche sich direct an das Publicum und namentlich an die Gebildeten aller Stände adressirt, (an das Volk, welches in einzelnen Kreisen, trotz aller Bildung doch immer noch eine Furcht oder vorurtheilsfreie Meinung von Aufklärung hat) kann doch über diesen Punkt nicht flüchtig hinwegeilen, denn wie könnte sie die Naturwissenschaften der letzten funfzig Jahre als eine Segnung preisen und verbreiten helfen, als eine goldene Saat, welche der Menschengeist durch Fleiß und Sinnesschärfe ausgestreut und in den reichsten Früchten nunmehr dem Leben dargereicht hat, wenn sie nicht jeglichen Vorwurf von ihnen abzustreifen vermöchte, welcher gerade in denjenigen Volkskreisen Vorurtheil, Mißtrauen und Gleichgültigkeit fördert, wo das Licht der Naturwissenschaften noch am meisten und fühlbarsten fehlt, um Wohlstand, Lebenserweiterung und Glück zu veranlassen. —

Es gibt — und dem vernünftigen Manne beinahe unbegreiflich, — eine Zahl von Menschen, welche aus angeborener Schwäche, durch pädagogische Verzerrung, durch inneres Zerwürfniß oder Selbstsucht und Dünkel sich über jede neuentdeckte Wahrheit, über alles Vernünftige ärgern und von vornherein entschiedene Feinde dagegen sind. Man wird durch diese Menschen gewaltsam an die bekannte Anekdote erinnert, daß — weil Pythagoras, in der Freude über den aufgefundenen Beweis seines berühmten Lehrsatzes, den Göttern eine Hekatombe (hundert Ochsen) opferte, nunmehr alle Ochsen brüllen, wenn eine neue Entdeckung gemacht wird. — Es gibt aber auch Menschen, die ein altes Vorurtheil, einen Aberglauben, mit dem sie groß gewachsen sind, um keinen Preis gegen eine nackte, nüchterne Wahrheit eintauschen möchten — es gibt aber auch herrschende Systeme, welche das Vorurtheil und den Aber-

glauben officiell begünstigen und deshalb die Naturwissenschaft verfolgen, eben weil sie aufklärt.

Von dieser Seite aus sind den Naturwissenschaften zwei Vorwürfe gemacht worden, gegen die ich dieselben hier vertheidigen will, um ihren veredelnden Einfluß auf das Menschenleben durch keinerlei Mäkelei verdächtigen zu lassen; man hat vorgeworfen, daß sie 1) den Wunderglauben, den orthodoxen Lehrsatz beeinträchtige und dadurch 2) zum Unglauben führe.

Unter Hinweisung auf meine, in dem einleitenden Vorworte dieser Briefe postulirte versöhnliche und vermittelnde Stellung zu diesen Ansichten, erscheint der doppelte Vorwurf nicht so lächerlich, wie er auf den ersten Augenblick scheinen möchte, denn ein aufgeklärter Mensch soll und muß auch zugleich ein religiöser und humaner Mann sein, der das Heilige und Fromme in jedem Menschen achtet und ihm Nichts zerstört, dessen seine Seele zur Andacht bedarf, ohne ihm etwas Besseres und Gleichwirkendes dafür wieder zu geben. Eine naturwissenschaftliche Aufklärung, welche von Religion und Gott abführt, ist eine falsche und nichts weiter als ein flacher, herz- und gemüthloser Rationalismus, eine künstliche Verstandesphilosophie der Selbstsucht, welche noch nie fähig gewesen ist, Liebe, Aufopferung, Milde und Mitleid, Gottgefühl und Begeisterung für das Gute anderer Menschen zu verwirklichen. Gegen solchen atheistischen und gemüthlosen Rationalismus verwahre ich mich allen Ernstes, er ist nur das Product einer lockeren Lebensweise und Selbstbeschönigung, oder einer künstlichen Philosophie der Welt — und wo er als nachweisbares Product der Naturwissenschaft auftritt, unter allen Umständen immer das monströse Erzeugniß einer mißverstandenen, oberflächlichen Naturwissenschaft.

Man wird mich also nach dieser Erklärung keinen gemeinen Rationalisten schelten, wenn ich es unternehme, den Einfluß

der Naturwissenschaften auf das Menschenleben gegen die beiden vorhin aufgeführten Vorwürfe zu rechtfertigen. Ich kann mich dabei freilich nicht solchen Leuten verständlich machen, welche behaupten und planmäßig lehren, daß der menschlichen Vernunft gar kein Urtheil über Wunder zustehe und sich dieselbe nicht vermessen dürfe, allgemeine kosmische Sätze mit mathematischen Folgerungen auf die Zeiten der prophetischen Wunderwelt anzuwenden — ich kann hier nicht zu den Leuten reden, welche allen Ernstes behaupten, daß Vernunft eine Beimischung des Teufels im Menschengeschlechte, und die Natur sein Meisterstück sei — wie wollte ich hier Anknüpfungspunkte des Verständnisses finden?

Verständigen wir uns zunächst über die Begriffe von Aberglauben und Unglauben.

Wie könnte man leugnen, daß die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre bedeutend darauf hingewirkt haben, den sogenannten Aberglauben auszurotten? Ja! ich räume ein, daß der Mißbrauch der Naturwissenschaft Manchen auf den verstandesschwachen Weg des Unglaubens geführt haben mag, wie es auch Thatsachen in großer Zahl gibt, daß der Mißbrauch des Guten zum Bösen geführt hat. —

Viele Menschen sind an die anerzogene Meinung gewöhnt: der Glaube an Uebernatürliches, d. h. was die Naturwissenschaft als streitend gegen erkannte, ewige Naturgesetze erklären und deshalb leugnen muß — stehe in einem engen Zusammenhange mit dem Glauben und sie halten dafür, daß die Widerlegung des Uebernatürlichen (was man doch namentlich unter Aberglauben versteht) auch den Glauben gefährde und locker mache. Andere Menschen, mit starkem Gefühlsleben und reger Phantasie, entbehren den Aberglauben nicht gern, weil er, wie sie sagen, etwas Poetisches habe, das dem Glauben unentbehrlich zu seiner Gefühlserhebung sei, und sie fürchten deswegen die prosaische, aufklärende Nüchternheit der Naturgesetze.

Steht man aber ganz unbefangen und keiner vorgefaßten Meinung angehörend zwischen den Parteien, prüft man die Geschichte der Religionen und Legenden, die Wahrheit und die Umhüllung ihrer verschiedenen, zum Menschengeschlechte niedersteigenden Messiasgestalten, so stellt sich immer zuversichtlicher die Ueberzeugung heraus, daß der Aberglaube einerseits nur in einem ganz zufälligen, also lösbaren Zusammenhange mit dem inneren Wesen aller echten religiösen Glaubensformen — andererseits aber auch im mannigfachsten und vielgestaltigsten Zusammenhange mit der größten Gottlosigkeit steht. Und was das poetische Gemüth im Uebernatürlichen Erhebendes findet, erledigt sich durch die widerlegende und beweisbare innere Gesetzmäßigkeit der Poesie, nach welcher die Welt des Uebernatürlichen und Aberglaubens durchaus keine Welt der Schönheit ist, und nur in frühesten Zeiten kindlicher Entwickelungszustände der Völker der Aberglaube sich an die dichterischen Anschauungen der unbekannten Wirklichkeit geknüpft hat.

Die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre ist der einzig competente Gerichtshof, wo über den Aberglauben abgeurtheilt werden kann; legen wir ihm die Frage vor: was ist Aberglaube? Alle Leser, welche sich für Naturwissenschaft interessiren (— und andere werden dieses Buch wol nicht in die Hände nehmen —), die also die aufklärenden Wohlthaten derselben sich angeeignet haben oder suchen, müssen bewahrheiten, daß in der Welt noch bis zur Stunde ein bedenkliches großes Maß von Aberglauben verbreitet ist. — „Mundus vult decipi" ist sprichwörtlich geworden und die Selbstsucht hat den Zusatz: „ergo decipiatur" — zu gleicher Anerkennung gebracht. Wohin wir blicken, da treffen wir auf Aberglauben, in wahrer oder sublimerer Gestalt — mag er Gespensterfurcht, Sympathie, Tischrücken, Ringklopfen, Amulet ꝛc. heißen. Es lohnt sich daher wol der Mühe, in diesen naturwissenschaftlichen Briefen,

welche gerade den Einfluß der Naturerkenntniß zum Gegenstande haben, weiter darüber zu sprechen.

Der Aberglaube muß von Leichtgläubigkeit wohl unterschieden werden, denn ein Mensch, welcher aus Mangel an Natureinsicht, eine falsche Nachricht oder ein ihm aufgedrungenes Mährchen oder geheimnißvolles Fabricat empfängt, wodurch sein Glaube getäuscht wird, wie z. B., daß ein Land entdeckt wäre, worin eine Riesenbevölkerung lebe, daß ein aus Kupfer- und Zinkdraht wie eine gewöhnliche Kette zusammengefügtes Gehänge galvanische Heilkräfte erzeugen könne — wird nur leichtgläubig genannt werden, denn das sind Behauptungen, welche für den in der Naturwissenschaft Unwissenden gerade keine absoluten Ungereimtheiten enthalten. — Derjenige Mensch aber, welcher z. B. sein krankes Glied oder sein Thier durch Besprechen mit gewissen Zauberworten heilen lassen will, der muß glauben, daß jene Worte der Zauberformel eine Kraft und Wirkung haben, welche sie nach Naturgesetzen und Vernunfturtheile nicht besitzen können und wir nennen solchen Menschen abergläubisch, nicht nur deswegen, weil er sich etwas Naturwidriges einbildet, (wie z. B., daß ein Mensch Schwefelsäure trinken könne, wie Wasser) sondern weil jener Mensch das mit den Naturgesetzen im Widerspruch stehende Wunder mit Bewußtsein glaubt, entweder, um den Hang zum Uebernatürlichen zu befriedigen, oder weil er diesen nicht zu beschwichtigen und zu beherrschen vermag, wie es bei solchen Menschen der Fall ist, welche sich fürchten, bei Nacht über einen Kirchhof oder an einem Hochgerichte vorbeizugehen. — Diese Furcht beruhet auf dem Aberglauben, daß die Verstorbenen einen Einfluß auf den an ihren Leichen vorübergehenden oder selbst in ihrem Sterbehause wohnenden Menschen auszuüben vermöchten, wiedererscheinen, Wunder thun, warnen, retten und schaden könnten, kurz auf dem Aberglauben der Gespenstergeschichtchen, welche einst eine große Rolle im Menschenleben spielten, aber heutiges Tages

nicht nur noch bei Kindern und alten Weibern, in Spinn- und Bauerstuben, sondern auch, wenngleich in weniger roher Gestalt, in den herrschaftlichen Häusern der Gebildeten spuken gehen. Ein Beispiel der neuesten Zeit von der großen Neigung jener Menschen, welche sich ihrer Aufklärung und Bildung rühmen, dem Ansteckungsstoffe des Aberglaubens zu unterliegen, gaben uns die tanzenden und klopfenden Tische, das Hut- und Menschenrücken — in den Salons der Vornehmen, den Familienzimmern der Bürger, den Studirstuben der Gelehrten! —

Alles, was den Naturgesetzen widerspricht, ist, wenn es unwissend geglaubt wird, Leichtgläubigkeit, wenn es mit Bewußtsein geschieht, Aberglaube. Die Naturgesetze sind also beiden Verirrungen der menschlichen Anschauungsweise geradezu feindlich. Fragen wir, worin besteht das Wesen der Naturgesetze?

Obgleich jeder Naturforscher bescheiden eingestehen wird, daß seine Wissenschaft, trotz der gewaltigen Fortschritte in der allgemeinen Weltanschauung und in der genauen Kenntniß des Einzelnen, doch noch hinter dem letzten Ziele ihrer Aufgabe zurückgeblieben ist, so gelangte man dennoch zu einer festen Ansicht der Grundzüge des Naturlebens und zur sicheren Auffindung gewisser durchgreifender Gesetze, welche eine maßgebende Richtschnur für vernünftige Schlüsse auf Mögliches und Unmögliches sind. Man hat mit einer mathematischen Zuversicht erkannt, daß die Naturgesetze nichts Anderes, als ewige, durch die Erscheinungswelt wirkende Vernunftgesetze sind, und daß das Kennen der Naturgesetze gleichbedeutend ist mit dem Kennen des vernünftigen Zusammenhanges in der unendlichen Mannigfaltigkeit des Weltganzen und seinen Gliedern, der die ganze Körperwelt durchdringt, verursacht, verkettet und auf eine höchst vernünftige Quelle zurückführt. Geht aber, in dieser erkennenden Richtung des nach Naturoffenbarung strebenden Menschengeistes, die Naturwissenschaft nicht eine parallele

Straße mit jener Erkenntniß, welche in der Welt der Geister den ewigen Zusammenhang derselben mit dem höchsten Geiste, die von diesem ausgehenden Gesetze der vernünftigen Freiheit, die moralische Ordnung, die göttliche Regierung, den Willen Gottes sucht? Ist diese Erkenntniß der Wahrheit, welche Gutes und Vernünftiges in sich begreift, nicht Offenbarung und Kern aller echten Religionen? Da nun aber die Naturgesetze der vernünftige Ausdruck des göttlichen Willens in der Schöpfung, die Religionsgesetze aber der vernünftige Ausdruck des göttlichen Willens in der sittlichen Welt des selbstbewußten Menschengeschlechts sind, so müssen auch, indem Natur- und Religionsgesetze auf eine gemeinsame höchste Weisheit und Ursache hinweisen, beide von derselben Vernunft beherrscht sein und es folgt daraus, daß Alles, was gegen die Naturgesetze streitet, auch gegen die Vernunft und somit gegen den Willen Gottes ist. —

Obgleich es keinem echt religiösen, vom evangelischen Lichte durchdrungenen Menschen einfallen wird, zu behaupten, daß Gott, als Urquell alles Guten und Gesetzgeber der sittlichen Welt, einmal hier oder da eine Ausnahme von der sittlichen Regel mache, obgleich der vom göttlichen Geiste erleuchtete Mensch jede solche Behauptung mit Unwillen und der Erwiderung zurückweisen wird, daß der ewige Geist des Guten nie mit sich selbst in Widerspruch gerathen könne, so hört man doch vielfach die Meinung, daß die Gottheit es für gut finden könne, in den Naturgesetzen einmal eine Ausnahme vom natürlichen Gange der Dinge zu machen, ohne daß man daran denkt, daß die Aufhebung der vernünftigen Ordnung in der Natur eine Unvernunft sei und damit ein Widerspruch in Gott.

In den Naturgesetzen äußert der Schöpfer seine höchste Weisheit in realer Lebensrichtung, er schuf ein vieltausendfach gegliedertes und in Bewegung gesetztes Weltgebäude, die Ursache und Wirkung, in dem Alles, das Größte wie das Kleinste, sich

bedingt, ergänzt und erhält; — würde auch nur das scheinbar geringste dieser Gesetze der Causalität und Wechselwirkung vom Schöpfer momentan aufgehoben, würde ein einziges Glied in der unübersehbaren Kette der Erscheinungen dem Gesetze entrückt, so müßte der ganze Weltzusammenhang sich auflösen, die Schöpfung könnte nicht weiter bestehen. —

Was Gott einmal, im Momente des schaffenden Wortes gewollt hat, das ist ewiges Gesetz; er handelt nicht nach Laune, wie der unvollkommene Mensch, der seine Ansicht ändert, und experimentirt, es heute so, morgen besser macht. In dem göttlichen Willen, welcher die Natur schuf und regiert, liegt eine unerschütterliche Nothwendigkeit und dieselbe nennen wir Naturgesetze.

Vielleicht können diese Betrachtungen ausreichen, um zu der Folgerung zu berechtigen, daß der Aberglaube keinen Glauben zum Inhalte hat, daß der wahre, echte Glaube (und das ist für alle Ewigkeit der evangelische) nichts in sich begreifen kann, was mit dem göttlichen Wesen im Widerspruche steht. — —

Von diesem, durch obige Vorbegriffe erlangten Standpunkte wird uns das Wesen des Aberglaubens und seine Definition leicht. Er ist nichts Anderes, als eine verwirrte Einbildung, eine Unwahrheit, die nicht zum klaren Bewußtsein kommen kann, ohne sich selbst zu vernichten.

Daß es aber, bei dem unverkennbaren praktischen Einflusse auf das Leben, immer noch ein reiches Maß von Aberglauben gibt, liegt in einem Hange dazu begründet, den jeder Mensch mehr oder weniger in sich trägt und der bei unzähligen unserer Mitmenschen nicht zu besiegen ist. — Es ist ein Hang zur Unvernunft, der das Bewußtsein umhüllt, wie ein dunkles Gewölk die Sonne und in dessen Schatten die Seele einen unheimlich angenehmen Schauer empfindet. Sobald aber der Begriff von der Natur nur auf die unmittelbarste, sinnliche

Gegenwart beschränkt ist, so bleibt alles Geistige ohnehin dem Menschen etwas Uebernatürliches, aber nicht minder bleibt ihm jeder körperliche Gegenstand ein geheimnißvolles Wesen, weil er seine Daseins- und Veränderungs-Bedingungen nicht kennt, und er wird ihm um so wunderbarer erscheinen, je weniger er im Stande ist, denselben in Einklang mit dem Gewöhnlichen zu bringen. So erschrickt er vor dem Irrlichte, dem Kometen, der Luftspiegelung, dem Meteor, dem Heulen der Windstürme in den oberen Regionen der Atmosphäre. Solche Menschen denken Zeitlebens etwas Uebernatürliches, ohne einmal gewahr zu werden, daß der Geist vernunftwidrige Vorstellungen hat und mit sich selbst im Widerspruch steht. — Und ein solcher Zustand der Menschen kann in gewissen dunklen Zeitaltern, wie uns das die Schreckensgeschichte menschlicher Verirrungen beweiset, in die gottloseste Finsterniß, selbst zum fanatischen Vernunfthasse führen.

Dem Aberglauben entgegengesetzt ist der Unglaube, da er ein Hang im Menschen ist, alle unmittelbare, nicht von sinnlichen Eindrücken bestätigte Gewißheit in Zweifel zu ziehen, geradezu zu leugnen und alle Ueberzeugung nur auf Aussage und Beweis des Verstandes zu gründen. — Aberglaube und Unglaube haben sich aber im Zusammenhange mit der Entwickelung des Menschengeschlechts gegenseitig hervorgerufen; wie das Kind im Allgemeinen einen Hang zum Uebernatürlichen hat, so war auch der Kindheitszustand der Menschheit, charakterisirt durch schwaches Denken und starke Sinneseindrücke, die erste Geburtsstätte des Aber- und Unglaubens. Das Aufdämmern des Völkerlebens war ein träumerisches Bewußtwerden von sich selbst und der Welt, aber der phantastisch erregte Sinn schuf und sahe eine Welt der Dichtung, die sehr verschieden von derjenigen war, welche wir jetzt durch die Naturwissenschaft kennen gelernt haben. — Aber dieselbe Thätigkeit, welche beim denkenden Menschen mit Bewußtsein handelt, welche in

ihm alle Seelenwirkungen und geistigen Lebensäußerungen durchdringt, und die dem denkenden Menschen gerade die Form seines Wirkens gibt, bethätigt sich auch im nicht mit Bewußtsein denkenden Menschen, indem sie instinctmäßig die Eindrücke der Seele in eine unbewußte Uebereinstimmung bringt mit der Naturordnung, so daß für die Vorstellungswelt solcher Menschen eine kindliche Weltanschauung daraus hervorgeht, die, sozusagen, das äußere Gepräge des Vernünftigen hat. Da reden zu ihm Thiere, Pflanzen und Steine, er trägt seine eigenen Stimmungen in sie über, der Himmel erscheint ihm erreichbar und es gruppirt sich Alles zu einem Bilde, das, trotz seiner Unwahrheit im Spiegel der Vorstellung, doch eine innere Harmonie hat. Vermöchte sich der Naturmensch rein in dieser Welt der Dichtung zu erhalten, dann würde sein Leben, wenn auch ahnend und träumerisch, doch niemals unharmonisch sein. Nun vermag aber der Mensch nicht, sich für die Dauer in seiner kindlichen Traumwelt abzuschließen, den Entwickelungsgang der Völker sowol, wie der einzelnen Menschen ist der Offenbarungsdrang der göttlichen Vernunft in unserem Geschlechte, der durch Anstoß von Außen und durch inneren Trieb und strebendes Wollen und durch unzählige daraus resultirende Conflicte, Zustände und Reactionen, allmälig alle Seelenvermögen des Menschen in seinen Kreis zieht und bethätigt, immer neu und weiter seine Organe entfaltet, und sich seines Daseins immer klarer wird.

Die Außenwelt nöthigt zum Nachdenken, dringt ihm Erfahrungen auf, erregt Furcht und Freude, Zweifel und Zuversicht, Einbildung und Gewißheit — und als weitere Folge: Aberglauben oder Unglauben. —

Dieser Kampf zwischen zwei entgegengesetzten Einseitigkeiten geht durch die Geschichte der Menschheit fort, bald im Uebergewichte des Gedankenlebens, durch neue Entdeckungen angeregt, bald in scheinbarer Ruhe, wo entweder die, in den Zeiten

rascher Gedankenbewegung weiter auseinandergerückten Grenzen enger zusammengezogen werden, oder zeitweise Erschlaffung eingetreten ist.

Es würde mich von meinem eigentlichen Gegenstande entfernen, wollte ich diesen Entwickelungsgang unseres Geschlechtes weiter verfolgen; es dürfte aber durch den Gegenstand selbst motivirt erscheinen, wenn ich einen flüchtigen Blick in eine Altersstufe der Menschheit werfe, wo die Naturwissenschaft in ihrer unbeugsamen Fessel der Unvernunft darniederlag und deshalb der Aberglaube einen herrschenden Höhepunkt erreicht hatte. Ich brauche kaum zu beweisen, warum ich das Mittelalter meine, jene Periode der Barbarei und der zarten Romantik, der rohesten Kraft und der sanften Schwärmerei, der frommen Heuchelei, Hinopferung, Leidenschaft und Unvernunft, womit der Aberglaube sich in das reine, einfache und allverständliche Christenthum einmischte, das doch gerade in seiner Wesenheit ohne Menschensatzung der entschiedenste Gegensatz des Aberglaubens und der Unvernunft ist. Während man sich zu einer Religion bekannte, welche lehrt, daß die ganze Welt vom allgegenwärtigen, göttlichen Willen geleitet und gehalten werde, erfüllte eine krankhafte Phantasie die Natur in und außer uns mit bösen, dämonischen Wesen, denen man eine gewisse Macht über die Naturgesetze zuschrieb. So trieben die Einbildungen roher oder poetisch schwärmerischer Seelen immer allgemeiner zu der unvernünftigen Begierde, Zuflucht zu teuflischer Hülfe und Zauberkunst zu suchen, während die Welt doch an Gott glaubte und trotzdem durch eine Jahrhunderte herrschende christlich-romantische Denk- und Empfindungsweise in die traurigste Verirrung und Thorheit gerieth. Was man Naturwissenschaft nannte, war ein geheimes Suchen nach übernatürlichen Kräften, die Astrologie, Alchymie und Magie gefunden haben wollten. — Die Höhe dieses Wahnwitzes stellt sich in dem Gedanken dar, sich dem Teufel zu verschreiben und die ewige Selig-

keit gegen die rasch entfliehenden Genüsse eines beschränkten Erdenlebens auszutauschen. Wahrlich! eine Verirrung der Geister, von der man nicht weiß, ob man die Unvernunft oder die Gottlosigkeit darin höher anschlagen soll! —

Ich mag die Schattenseite des Mittelalters, das auch in anderer Hinsicht seine Lichtseite hatte, nicht in allen Details seiner Hexenprocesse, Ablaßzettel, Geistererscheinungen, Wunderthaten und Klostergeheimnisse enthüllen, aber wir wissen, daß der Aberglaube, an dem die Religion selbst nicht Schuld ist, verwirrend in das ganze Leben der Völker eingriff. Mit dem jetzigen Bewußtsein der naturwissenschaftlichen Bildung können wir nur ein bedauerliches Lächeln über jene Zustände unserer Vorfahren äußern. — Zeigte sich zum Beispiel eine Mondfinsterniß, oder eine Verfinsterung der Sonne, so fürchtete man eine schlimme Bedeutung und diese, über ein Jahrtausend lang herrschend gewesene Furcht blieb selbst noch im Volke nachwirkend, nachdem die Naturwissenschaft längst den wahren Grund der Verfinsterung gefunden und darüber aufgeklärt hatte. Erschien ein Komet, so stieg die Furcht noch höher und der Papst befahl sogar im funfzehnten Jahrhundert, daß auf Veranlassung eines Kometen in allen Kirchen geläutet werden solle; wollte man etwas Großes, Ungewöhnliches, Gewagtes unternehmen, so fragte man die Sterndeuter um günstige oder ungünstige Einflüsse der Sonnen und Planeten, ja, man befragte den Himmel, ob man sich zur Ader lassen, innere Heilmittel gebrauchen, oder sein Haar scheren lassen solle. Man legte gewissen Zahlen, wie 7, 9, 13, die ihren Ursprung in ganz willkürlichen Bestimmungen oder einfachen arithmetischen Verhältnissen haben, eine mystische Bedeutung unter, hielt gewisse runde Summen für Lebensabschnitte der Welt, die z. B. im Jahre 1000 untergehen sollte, wie prophezeiet und von astrologischen Berechnungen gefunden war — und die nun trotzdem schon über achthundert Jahre ihren vom Aberglauben berechneten Untergang

überlebt hat. Man faßte in jener bedauerlichen Zeit ein blindes Vertrauen zu Zaubereien und Wahrsagungen, ließ bei vorkommenden Krankheiten Menschen und Vieh besprechen und die schreckhafte Phantasie, welche bei der Aeußerung jeglichen Naturgesetzes betroffen vor einem übernatürlichen Geheimnisse stand, erfüllte Kirchen, Gewölbe und Wälder mit Gespenstern, und die Todten sollten um Mitternacht in leiblicher Gestalt umgehen, willkürlich mit der Natur verfahren und auf die inneren und äußeren Zustände der Lebenden einwirken können. So hatte der Aberglaube überall eine Unruhe und Verirrung in das Leben gebracht, welche unserer Gegenwart fremd ist, weil die Naturwissenschaften jene Schrecken des Mittelalters verscheuchte, weil sie aufklärte.

Dessenungeachtet aber fand und findet jener alte Aberglaube noch heute seine Vertreter, auch in den Kreisen Derer, welche sich gebildet nennen und Anspruch auf die Vorrechte der Bildung machen. — Man sagt mit vornehmer Selbstbeschönigung: etwas Aberglauben würzt das Leben, er ist poetisch, unsere Wirklichkeit ist zu nüchtern und bietet selbst der Poesie keine Stoffe dar — die Naturwissenschaften hätten durch die genaue Erforschung der Naturgesetze das Leben und die Auffassung der Natur zu prosaisch gemacht, den Reiz des Geheimnißvollen vernichtet und die Bewunderung aufgehoben.

So reden in unseren Tagen die Romantiker, als letzte sporadische Rückstände des Mittelalters und selbst in dem Gebiete der Poesie wie Gespenster umherschleichend, seit Goethe die Wirklichkeit zum Boden der Dichtkunst cultivirte. Die oben nachgesprochene Beschuldigung der Naturwissenschaften ist indessen keineswegs aus dem Glauben an das Dasein übernatürlicher Wesen entsprungen, sondern ist vielmehr eine mit vernünftigem Bewußtsein bethätigte Einbildungskraft, welche den Aberglauben nur benutzt, um schöne romantische Bilder einer Traumwelt in die Anschauung der Wirklichkeit zu verpflanzen; es ist dieser

Phantasie völlig genügend; daß die übernatürlichen Wesen nur in der Einbildung ihre Wirklichkeit haben, dadurch zu einer sinnlichen Vorstellnng des poetischen Auges gelangen und dem Alltagsleben entrücken. Wir glauben in solcher romantischen Stimmung gewiß nicht an die Wirklichkeit der Hexen und Gespenster, welche im Macbeth oder Hamlet auftreten, aber die Erfahrung lehrt, daß der Glaube, den wir nöthig haben, um die dichterischen Anschauungen des Uebernatürlichen zu genießen, während des Genusses entsteht und fortdauert, so lange die Nachwirkung des Genusses währt. Wollte man eine andere Wirklichkeit des Uebernatürlichen fordern, so geriethe man in das Gebiet des Unvernünftigen.

Dieser Hang des Menschen, namentlich des weiblichen Geschlechts, in einer gewissen halbgelüfteten, hier und dort durch Geheimniß und Unerklärbares reizenden Umgebung zu leben und sie als Wirklichkeit anzuschauen, ist in jedem Hause zu treffen. Wie oft habe ich von Personen der Salonwelt, welche alle Embleme und Costüme der Bildung zur Schau trugen, die Aeußerung hören müssen, daß sie gar nicht von allen Dingen die Gründe und Erklärung haben möchten, weil dies die kleinen Anregungen der Phantasie, deren der Mensch doch zum Lebensreize bedürfe, abstumpfe, — wie oft hat eine Dame mir die naturwissenschaftliche Definition irgend einer in Erstaunen setzenden Erscheinung mit dem Ausrufe unterbrochen: — „Stören Sie mir die Freude an dem Wunderbaren nicht!" — — — Solche Menschen werden niemals Interesse an den Naturwissenschaften gewinnen, wir können sie regelmäßig in den Zauberbuden der Jahrmärkte auf dem ersten Range finden, nie aber im Auditorium eines populären Redners über Naturwissenschaft, wir werden auf ihren Boudoirtischen die Schriften über Politik, Tischrücken, die Reichenbachschen Briefe, die Seherin von Prevorst, nie aber ein Buch über Chemie, Physik, Naturleben antreffen. — Indessen finden wir auch diesen inneren Hang zum

Wunderbaren in denjenigen Kreisen der wirklich gebildeten Welt, wo das Empfindungsleben vorherrscht. Als einst der berühmte Astronom Brandes an eine Freundin schrieb, begann er seine Briefe mit den Worten: „Entschuldigen Sie, wenn Ihnen meine mathematische Darstellung des Weltgebäudes zu leer an Empfindung erscheint.“ — Aber auch Philosophen haben sich gegen die Wissenschaft, aus Hang zu poetischer Empfindsamkeit und Bewunderung erklärt; so nennt Einer derselben die Freude der Astronomen eine „Freude am Klirren der Zahlenketten“ und Jacobi behauptet allen Ernstes: „die Bewunderung sei eine Tochter der Unwissenheit und diese sei deshalb zu Gunsten der Empfindung nicht aufzuklären. — Selbst Schiller beklagte einst, aber gewiß nur in poetischer Begeisterung für das classische Leben in seinen „Göttern Griechenlands“, daß die schönen Gestalten des Fabelreiches nicht mehr die Welt regierten. Diejenige Bewunderung aber, welche Jacobi meinte, ist nur die kindische Bewunderung, das Erstaunen des Wilden, der zum ersten Male sein Spiegelbild erblickt und darnach greift.

Es gab eine Zeit — und sie kehrt in größeren Perioden des Völkerlebens immer wieder — wo selbst geistreiche und in gewissen Richtungen gebildete Menschen die Meinung geltend zu machen suchten, daß man der Religion und Poesie durch Wiedereinführung des Aberglaubens einen nutzbaren Dienst erweise und andere, mystische Köpfe faßten diese Meinung schnell auf, um sie als Gegensatz zu der allgemeinen prosaischen Denkart weiter auszubilden. In der Zeit der letzten funfzig Jahre, wo die Naturwissenschaften doch anfingen, ihren allgemeinen Einfluß auf das Menschenleben geltend zu machen, haben wir zum Beispiel in dem kürzlich verstorbenen Dichter Tieck einen Repräsentanten dieser Denkungsart. In seinen jüngeren Jahren begann er schon damit, die Prosa seiner Zeit mit den Waffen des Geistes und Witzes an-

zugreifen, indem er die schlichte Wirklichkeit zu poesiearm fand und nun in seinem dichterischen Streben über die Grenzen der Wahrheit hinausgerieth. In mehren seiner Dichtungen sucht er der Aufklärung geradezu Trotz zu bieten, wie unter Anderen in seinen Mährchen und Volkserzählungen, worin er alte Fabeln so innig und in so klarer Darstellung mit dem Alltagsleben verknüpfte, daß das Uebernatürliche darin sich eine andere, als nur dichterische Wirklichkeit gleichsam ertrotzt. — Ich erinnere nur an den „blonden Eckbert" — an „den Runenberg" — „die Elfen" — es sind Gedichte, welche als Ganzes einen Eindruck machen, als ob die Welt von den Mächten der Finsterniß regiert würde und der Mensch deren willenloses Werkzeug oder Spielzeug wäre; man wird von einem unheimlichen Grausen ergriffen — aber sobald man später, nach dem Verrauchen des ersten Eindrucks, die Bilder der Dichtung zum Nachdenken und Vergleichen mit der Wirklichkeit heranzieht, so glaubt man in eine Welt des Wahnsinns eingeschlossen gewesen zu sein, wo kein Strahl des göttlichen Vernunftlichtes auf das von finstern Erdenmächten bedrohete Menschenleben niederfällt. Ich habe hier Tieck vorzugsweise namhaft gemacht und im Sinne gehabt, weil mit ihm sich eine romantische Schule ausbildete, die, als entschiedene Feindin aller aufklärenden, naturwissenschaftlichen Einwirkung auf das Volk, noch bis in unsere Gegenwart hineinreicht und unter mancherlei Gestalten neue Anknüpfungspunkte in der Wirklichkeit und der Phantasie des Menschen versucht. — So sahe Novalis überall in der Natur nur Wunder, Hoffmann überall Gespenster, während in Clemens Brentano jauchzende Tollheit voll von heimlichen Entzückens und lüsterner Angst eine phantastische Dichterwelt beherrscht und Steffens für die Poesie geradezu die Willkür der Natur fordert.

Der Umstand, daß der romantische Dichter dieses Grausen mit Bewußtsein beabsichtigt, vertheidigt diese Art der Poesie

keineswegs, denn wenn uns die Dichtung eine Welt der Schönheit schaffen und unser Gemüth hineinversetzen soll, so ist allerdings das Grausenhafte davon nicht ausgeschlossen, aber es soll stets das Vernünftige darin walten und die wilde Freiheit, welche das Ewiggesetzliche in Geist und Natur willkürlich aufhebt, ist der Poesie, überhaupt aller Kunst, völlig fremd. Indem die Kunst dem Gesetze der Schönheit huldigt, dient sie zugleich der Vernunft, der Religion, der Sitte und menschlichen Gesellschaft, und tritt in volle Harmonie mit der Wirklichkeit in ihrer reinsten Gestalt.

Es ist hier der Ort, nachzufragen, ob der Einfluß der Naturwissenschaften auf die Aufklärung der Menschen in der That das Wesen der Kunst beeinträchtigt habe?

Wir wissen, daß Tieck und seine Schüler sich mehrmals über das Verschwinden des Aberglaubens beklagt und deßhalb die Naturwissenschaft sehr geringschätzend angesehen haben. Es ist dadurch bei diesen Romantikern eine große Verwirrung der Begriffe von poetisch und prosaisch entstanden, man nannte endlich Alles, was nicht für die Poesie tauglich erschien, prosaisch, womit man aber nur Wahrheit und Wirklichkeit bezeichnete, als Dinge, womit die Dichtkunst gar nichts zu thun habe. —

In Wahrheit und Wirklichkeit wurzelt aber die Wissenschaft; sie wurde also von der Poesie als Gegenfüßlerin angesehen. Indem die aufklärende Naturwissenschaft nun Irrthum und Aberglauben, also den Stoff der Romantik, zerstörte, mußte sie dieser Schule allerdings eine gehässige Feindin werden. Ist aber nun jene romantische Dichtung auch wirklich Poesie? Und wenn sie das nicht ist, kann die Naturwissenschaft der echten Poesie feindlich sein?

Unsere neueren Dichter beweisen uns, daß man des Aberglaubens nicht bedürfe, daß Wirklichkeit und Wissenschaft selbst

die erhabensten Stoffe für die Poesie darzubieten vermögen, und daß die Poesie an Wirklichkeit gewann, was sie an Irrthum und Romantik eingebüßt hat. Wer da glaubt, ein an sich unbedeutender Gedanke müsse dadurch poetisch gemacht werden, daß er eingekleidet werde in den übernatürlichen Schimmer früherer Zeiten des Aberglaubens und des Irrthums, der hat keinen Begriff von Poesie — wer da der Meinung ist, ein Mensch, welcher geistige Freude darüber zu empfinden vermöge, daß er mit Klarheit die Weltmechanik durchschauen und auf Jahrhünderte voraus die Weltkörperverhältnisse berechnen kann, sei geistlos und prosaisch — der ist selbst noch himmelweit vom Geiste des Poetischen entfernt. — Die neuere Dichtkunst hat selbst das Bedürfniß gefühlt, alte Vorstellungen von der Welt gegen neuere, naturwissenschaftliche einzutauschen, der Wagen des Sonnengottes muß sich jetzt auch in der Phantasie des Dichters an die Zügel der Naturgesetze gewöhnen.

Die Naturwissenschaft hat aber durch ihre Entdeckungen eine ganz *neue* Welt für die Poesie eröffnet; Himmelsräume und Wassertropfen, tropische und nordische Naturbilder, das Urleben von aufgefundenen Menschengruppen, die Tausende neuer Gestalten, der Blick in das große Ganze — Alles ist Stoff und Gebiet für die Kunst geworden, und *insbesondere rief die neuere Naturwissenschaft eine neue, echte Naturdichtung hervor.* — *Mit dem jedesmaligen Zustande der Naturwissenschaft war auch die Naturempfindung eng verbunden* und in der *Naturempfindung* lag zu allen Zeiten die Quelle der *poetischen Stimmung der Völker.* So war ja den alten Hebräern und Indiern das Naturgefühl nicht fremd und wenn es sich auch nicht laut ausspricht, so ist es dafür in der poetischen Anschauung der Natur um so inniger; der Grieche hatte kein Gefühl für Natur, sie war ihm nichts weiter als landschaftlicher Hintergrund für die handelnden und leidenschaftlichen Menschengestalten, für die sein Sinn nur

allein empfänglich war, während der Römer, trotz Landbau und Feldarbeit, eine zu praktische Richtung in das Volksleben hatte, um bei seinem besonnenen Ernste noch Gefühl für das Naturleben zu wecken. Erst im Christenthume trat die beschauliche Gemüthsstimmung ein; Einsamkeit, trübes Nachgrübeln, frommer Müssiggang und schwärmerische Versenkung des Geistes und Gefühls in das Wunder der Erscheinungswelt, führten zu einer sentimentalen, romantischen und phantasiereichen Naturempfindung.

War auch in diesen Zuständen, welche hinter uns liegen, Gefühlstiefe nicht zu verkennen, so waren die Naturwissenschaften doch auf einem so unteren Grade der Erkenntniß, daß sie gänzlich ohne Einfluß auf jene Naturempfindung bleiben mußten. Diesen Einfluß, und damit den directen Einfluß auf Naturdichtung, gewannen sie aber in den letzten funfzig Jahren. Und wollen wir diesen Charakter der Naturdichtung bezeichnen, so können wir mit Humboldt sagen: „es ist jene Naturdichtung, wo das Dichterische aus dem geahnten Zusammenhange des Sinnlichen mit dem Geistigen, aus dem Gefühle der Allverbreitung, der Begrenzung und Einheit des Naturlebens hervorgeht." — Auch der von Naturwissenschaft Aufgeklärte ist fähig, ohne in der von Jacobi geforderten Unwissenheit zu beharren, Bewunderung zu empfinden, obgleich sein Streben dahin geht, jede Wirkung zunächst aus ihrer Natursache zu erklären. Erst in der Erkennung der Kräfte und Gesetze enthüllt sich ihm das wahre Wunder der natürlichen Welt, und mit frommem Erstaunen gelangt er vor die letzte Pforte menschlicher Aufklärung, wo er auf sein Anklopfen die Antwort vernimmt: „In's Inn're der Natur dringt kein erschaff'ner Geist!" So reißt die Wissenschaft eine Welt abergläubischer Wunder nieder, aber lichtet den Blick in eine neue Wunderwelt, wo, hinter dem letzten Grunde des großen Räthsels, das verschleierte Bild zu Sais die irdische Enthüllung nicht duldet. —

Mit dem wissenschaftlichen Bewußtsein ist aber auch der Mensch fähig, sich in die Stimmung kindlicher Bewunderung zu versetzen und die Träume des Wunderbaren in sein Gemüth zurückzurufen, wenn er z. B. Goethes „Erlkönig" mit seiner schaurig geheimen Ahnungswelt in dem unheimlich zitternden Lichte, oder Goethes „Fischer" mit seiner zauberischen Sehnsucht auf sich einwirken läßt. Aber es gehören bei dem aufgeklärten Manne eigene Stimmungen dazu, ohne welche ihm jene Balladen und Romanzen ebenso nichtssagend und kalt vorkommen würden, wie ein Feuerwerk am hellen Tage. —

Einen ganz entschiedenen, offenbaren Einfluß haben die Naturwissenschaften auf die Landschaftsmalerei ausgeübt, indem sie das Naturstudium der Künstler neu belebten, neue Naturformen, ungeahnte Landstrecken mit neuen Charakteren des Lebens, neue Harmonie und Schönheit erschlossen. Die Landschaftsmalerei entwickelte sich zur Kunst und ersten Ausbildung im Mittelalter, wo die Brüder van Eyck glänzend hervortraten; das siebenzehnte Jahrhundert brachte diese Kunst der Naturschilderung im Bilde zur Blüthe in Claude Lorrain, dem idyllischen Maler des Lichts und duftiger Ferne, in Ruysdael, welcher in dunkeln Waldmassen und drohendem Gewölk großartige Leistungen hervorbrachte, während die heroischen Baumgestalten eines Gaspard, Nicolaus Poussin und die Naturtreue eines Everdingen, Hobbema und Cuyp auf eine geistreiche Nachahmung derjenigen Naturen, die sie kannten, gerichtet war. Diese Bilder haben daher sämmtlich den Charakter der nordeuropäischen, oder italienischen, oder iberischen Vegetation und es waren mehr allgemeine Naturauffassungen, wie ja auch die Naturwissenschaft noch nicht zur Kenntniß des Einzelnen hinreichend gekommen war.

Je mehr die Naturwissenschaft ihren geographischen Gesichtskreis über die Erde ausdehnte, fremde Klimate und deren

Productionen kennen und den Zusammenhang der Erscheinungen begreifen lernte, um so fördernder wurde sie für die Kunst der Landschaftsmalerei, indem sie die Aufmerksamkeit auf die individuellen Naturgestalten lenkte und den Sinn für Schönheit und Gliederung der einzelnen Gestalten, namentlich in der Pflanzenwelt, ausbildete. Nicht mehr europäische, sondern exotische Pflanzen, nicht mehr Landschaften, welche wir täglich anschauen, sondern ganz neue tropische Gegenden mit aller Poesie des Unerklärten und mit allem Zauber der Neuheit lieferte die Kunst. So vertraten: Franz Post die künstlerische Wiedergabe der heißen Zone, die beiden Eckhout den Brasilianischen Charakter, so Johann Breughel die Schönheit einzelner Früchte, Blüthen und Zweige, und so entwickelte sich an der Hand der Naturwissenschaft eine Landschaftsmalerei der Neuzeit, wo das poetische Gemüth und die bildsame Phantasie sich heimisch im Verständniß des Naturlebens fühlen und die Natur wahr und schön abspiegeln, indem sie die naturwissenschaftliche Erkenntniß verwirklichen, daß überall die Natur sich in ihren Gesetzen und Gestalten wiederholt, nur in verschiedenen Combinationen und mannigfaltigen Anwendungen ihrer inwohnenden Einfachheit. —

Wenn ich bemühet war, die Naturwissenschaft in ihrem aufklärenden Einflusse darzustellen, indem sie den Aberglauben vernichtet, so ist dieser Dienst, den sie dem Menschengeschlechte leistet, noch nicht einmal der wichtigste, obgleich er so vielseitige Folgen für Erweiterung des Denkens und Lebens nachzieht. Wo ein Irrthum zerstört wird, da entsteht Nachdenken und weitere Prüfung; die Einsicht des einzelnen Menschen dient der großen Menge als Nachricht und die Erkennung eines Gesetzes führt auf den Zusammenhang des Einzelnen mit dem Ganzen. — Man fragt die Sterne nicht mehr um das Privatschicksal der Menschen, seitdem man weiß, wie sie nach bestimmten Gravitationsgesetzen durch den Welten-

raum schweben, man fürchtet den Kometen nicht mehr, wenn man weiß, daß die Naturwissenschaft die Wiederkehr eines Kometen über 75 Jahre voraus zu bestimmen vermochte*) — man fliehet nicht mehr vor der Willkür dämonischer Wesen, seit man die Kraft, welche thätig ist, kennen und behaupten kann durch das physikalische oder chemische Experiment, und wenn man die vernünftige Ordnung überall gegenwärtig und ursächlich findet. —

Unter den Naturerscheinungen, welche die Menschen von jeher geneigt gewesen sind, einer fast launenhaften Machtvollkommenheit Gottes zuzuschreiben, sind besonders die Veränderungen der Witterung zu nennen. Daß Gott Regen und Sonnenschein, oder Dürre, Unwetter oder Windstille verordnen sollte, ähnlich wie ein weltlicher Monarch Wohlthaten

---

*) Beiläufig gesagt, in Bezug auf die oben erwähnte Kometenfurcht vermag aber auch die Naturwissenschaft, indem sie uns beruhigt, unsern späteren Nachkommen einige schlaflose Nächte zu bereiten. Ich erinnere an den Biela'schen Kometen, welcher alle 6 Jahre und 270 Tage seine Umlaufszeit vollendet und in seiner Richtung nicht nur unsere Erdbahn durchschneidet, sondern auch bei jedesmaliger Wiederkehr immer mehr dem Punkte näher kommt, wo er mit unserer Erde zusammentrifft, was irgend einmal in den letzten Decembertagen späterer Jahrhunderte, und zwar der Berechnung nach, am 26. December 2115 stattfinden könnte. — Schon im Jahre 1826 kam er der Erdbahn so nahe, daß er nur doppelt so weit, als der Mond von ihr entfernt war; im Jahre 1832 aber war er bereits 13 Mal weniger, als der Mond von ihr entfernt, und die Leser erinnern sich gewiß noch der damaligen Bestürzung des Volkes, die aber diesmal grundlos war, da die Erde noch weit genug von dem Punkte der Bahn war, wo der Komet dieselbe durchschnitt. — Sollte aber einst dieses Zusammentreffen wirklich stattfinden, falls der Biela'sche Komet in seiner eigenen Bahn keine kosmischen Störungen erleiden würde, die sich mathematisch zur Zeit noch nicht bestimmen lassen, so würden die Leute, welche dann auf der Erde leben, doch mit der Furcht davon kommen, indem die Naturforscher ihnen sagen könnten, daß der Kern des Kometen kaum zwanzig Meilen im Durchmesser hat, seine Dunsthülle kaum die Dichtigkeit unsrer Wolken hat und ein Zusammenstoßen mit unserer Erde kaum bemerkt werden würde, zumal er schweiflos ist und höchstens eine kleine, partielle Ueberschwemmung veranlassen könnte. —

oder Strafe bestimmt, das ist eine Vorstellung, welche sich bei der größten Menge der Menschen bis auf den heutigen Tag noch erhalten hat. Der religiöse Mensch wird keinen Augenblick, selbst als Naturforscher, daran zweifeln, daß Alles, was die von Gott verursachten Naturgesetze über die Menschheit bringen, auch die Wirkungen einer höchsten Weisheit sind und für das Ganze des Lebens die Bedeutung der Nothwendigkeit haben, aber es würde eine kindliche Vorstellung sein, zu glauben, daß des Menschen Bitte, seine Privatwünsche und Vortheile irgend Einfluß auf die höhere Bestimmung der Witterung und deren Folgen für den Haushalt des Menschen haben könnten. Daß an einer Stelle der Erde eine ungünstige Witterung die Saat und Erndte und damit die menschlichen Hoffnungen und materiellen Lebensbedingungen vereitelt, daß ein Orkan oder Hagelschlag die reifen Felder verwüstet, daß eine anhaltende Dürre alle Lebenskeime einer Gegend austrocknet, sind keine Launen Gottes, sondern unwiderrufliche Wirkungen im großen Zusammenhange aller Naturgesetze, eine ewige Circulation von Ursachen, Ausgleichungen, Gegenwirkungen und Perioden im Ganzen der physikalischen und chemischen Gesetze, die nimmer, auch nicht im geringsten Atome, suspendirt werden können. Bittest Du zu Gott, daß er Deine Felder mit Regen tränken, Deine Frucht vor Hagelwetter, Deine Habe und Dein Leben vor Blitzstrahl gnädig bewahren möge, so werden die Naturgesetze ewig ihren unabänderlichen, ursächlichen Gang gehen, es wird regnen, wenn der Thaupunkt der atmosphärischen Luft eingetreten ist, und dieselbe mit Wasserdunst bis zum Verdichten gesättigt ist, es wird hageln, sobald die Bedingungen der Hagelbildung gegeben sind, d. h. wenn eine plötzliche Wassergasverdichtung, durch einen kalten, aus der Schneeregion niederstürzenden, kalten Luftstrom in eine wärmere Luft, unter Elektricitätserscheinungen die sich bildenden großen Tropfen in Eis verwandelt — es wird der Blitz in Dein Haus einschlagen,

wenn der elektrische Funke von der polaren Spannung nach der Erdoberfläche geführt wird und er an Deinem Hause den besten, nächsten Leiter, den das Naturgesetz ihm vorschreibt, findet. — Du bittest Gott, ein ewiges Naturgesetz Deinetwegen aufzuheben, diese Bitte wird dir Ermuthigung, Trost, Hoffnung verleihen, aber Du darfst nicht vergessen, daß die Witterung in Deinem engen Kreise nur eine der kleinsten Folgen von Ursachen, Wirkungen und Gewalten ist, welche den ganzen Erdball beherrschen und physisch regieren. — Die Wärme kann auf einer Stelle der Erde nicht ungewöhnlich groß werden, ohne sich auf einer anderen desto mehr zu verringern, die Richtung, welche der Wind in einem Lande nimmt, ist von Richtungen und Zuständen der Luft in andern Ländern abhängig, es wirken dabei Berge, Meer, Breitegrade und Erdumdrehung mit — dieselbe Ursache, welche in einem Lande austrocknende Dürre verursacht, hat in dem andern Lande nachtheiligen Ueberfluß an Regen zur Folge — vor Deinen eigenen Feldern stehend, bittest Du Gott um die Segnung des belebenden Sonnenscheins, während in demselben Augenblicke ein ebenso frommer Mann, hundert Meilen von Dir entfernt, mit besorgtem Blicke über seine verdürstenden Aecker inbrünstig zum Himmel um Regen fleht. Wem sollte Gott das Gebet erhören, ohne Keinem ungerecht zu sein? Er verweiset Beide durch die Stimme der Vernunft auf seine ewigen Naturgesetze und ruft Beiden durch den religiösen Glauben zu: „Habet Vertrauen, Alles geschieht mit Weisheit!“ —

Die Launenhaftigkeit und Wetterwendigkeit der Winde und deren Folgen auf die Atmosphäre und das Erdleben, welche längst sprichwörtlich geworden sind, haben aber nun vor der neueren Naturwissenschaft ebenfalls ihr Ende erreicht, auch die scheinbar regellose Witterung ist in ihrer Ehre gerettet, einer allgemeinen gesetzlichen Ordnung anzugehören.

Die neueren Entdeckungen, welche Dowe und Humboldt

über die Periodicität der Windströmungen nach allgemein gültigen Gesetzen gemacht haben — worüber ich in einem späteren Briefe das Nähere mitzutheilen Gelegenheit finde — bringen auch die scheinbar zufälligen Witterungswechsel unter einen bestimmten, physischen Gesichtspunkt und tilgen mit der Zeit auch im Volke die abergläubische Meinung von Gottes willkürlicher Austheilung von Regen und Sonnenschein, Blitz und Hagelschlag. — Es ist nicht Gegenstand der Naturwissenschaft, zu untersuchen, ob ein böser Mensch durch Gottes Willen vom Blitz erschlagen sei — mag der Allmächtige seine Naturgesetze, in ihrer Ursache und Wirkung, mit der moralischen Welt der Menschen in Beziehung bringen, mag der böse Mensch durch Willen oder Fügung gerade dahin geführt sein, wo er den physikalischen Gesetzen exponirt wurde — mag der von Menschen so genannte Zufall seine höheren Verknüpfungen mit der göttlichen Gerechtigkeit haben — ich möchte diesen Glauben keinem Gottesfürchtigen rauben — er ist nicht mehr Gegenstand der Naturwissenschaft. — Soweit aber die physikalische Mitwirkung der Naturgesetze zu den Erscheinungen des Himmels und der Erde reicht, soweit hat die Naturwissenschaft jede Willkür zu verneinen, und die Zeiten, wo man in jedem Blitzstrahle den Zorn Gottes zu erkennen glaubte, sind vorüber. Welche Sensation erregte es einst in Siena, als man, nach Entdeckung der elektrischen Natur des Blitzes, an den dortigen Kirchthurm einen Blitzableiter legte und bald darauf der elektrische Funke, den man seither als Gottes Zorn fürchtete, an der sogenannten „Ketzerstange“ hinunterfuhr und nicht zündete. — Wenn früher (wie z. B. im 17. Jahrhundert) ein Blutregen fiel, so deuteten Mönche und Volk das Ereigniß als ein grauenvolles Zeichen vom göttlichen Strafgericht und die Geldkassen der Klöster und Kirchen füllten sich mit klingenden Bußspenden. — Die neuere Naturwissenschaft hat aber nachgewiesen, daß jene vermeintlichen Blutflecke auch an Stellen vorkommen, wo gar kein

Regen fällt, und daß sie die Absonderung gewisser Insekten sind — womit der Aberglaube seines Irrthums überführt wurde. Dasselbe gilt vom Stein-, Schwefel- und Ungeziefer-Regen, die sämmtlich ihre handgreifliche Erklärung gefunden haben und wobei kein Vernünftiger mehr an göttliche Rache denkt.

Den bedeutenden Einfluß, welchen die Naturwissenschaften auf die Technik und die zahlreichen Fächer des bürgerlichen Gewerbefleißes ausgeübt haben, stellte sich bereits bei mehren Gelegenheiten an das Licht. Hier ist aber noch derjenigen Seite dieses wohlthätigen Einflusses zu erwähnen, welche als Aufklärung des Aberglaubens im Handwerke und Gewerbe, das bürgerliche Leben von einer Unzahl finsterer Vorurtheile befreite und gegen manche Schäden sicherte, welche man früher dem Einflusse böser Kunst und Geistermacht zuschrieb. Der Bergmann, dessen unterirdisches Geschäft den Aberglauben förderte, hat die neckischen, heimtückischen und Unglück bringenden Gnomen und Erdgeister längst durch die Naturwissenschaft gebannt und in den Sicherheitslampen eine sichernde Waffe gegen die tödtenden Flammengeister, und damit einen wissenschaftlichen Schutz gegen das Entzünden brennbarer Grubengas-Arten erhalten; seitdem der Proceß der Gährung entdeckt ist, haben alle früheren Hexereien und bösen Künste in den Brenn- und Brauereien ihr Ende gefunden und die tägliche Mithülfe großer Naturkräfte, beim Arbeiten und im Lebenshaushalte des Einzelnen und der Völker, durch Dampfmaschinen, Galvanismus 2c. ist auch der gemeine Mann zum Nachdenken über die Naturkräfte angeregt. Eine dahinrollende Locomotive, deren bewegende Kraft der gewöhnliche Volkssinn nicht begriffen hätte, wenn er nicht durch die Technik damit vertraut geworden wäre, würde im vorigen Jahrhundert für eine Erscheinung des Teufels gehalten sein — der elektro-magnetische Telegraph, dieser höchste Triumph der neueren Naturwissenschaft, hat bereits die Aufmerksamkeit des gemeinen Mannes selbst in Ländern erregt, wo er

vielleicht erst dem Namen nach bekannt ist — so greift die Naturwissenschaft, durch ihre Richtung nach praktischer Anwendung und Dienstbarmachung der Naturkräfte, überall in das Bewußtsein der größern Menge ein, ruft zum Nachdenken auf, verscheucht den Aberglauben und macht den Menschen zu einem wahrhaft freien Wesen, indem sie ihn vom Naturzwange entfesselt. —

Und welcher Vernünftige möchte behaupten, daß diese Freiheit vom Zwange der Natur zu einer wilden Freiheitslust führe, welche den Menschen zum eingebildeten Alleinherrscher der Welt machen und ihn zweifeln lasse an der göttlichen Gegenwart in allen Dingen? Eine solche eingebildete Weisheit können nur beschränkte Menschen dem naturwissenschaftlich freien Geiste vorwerfen, aber es geschieht von jenen, bereits früher in diesen Briefen bezeichneten Menschen, welche die Naturwissenschaft anfeinden, weil sie aufklärt und die da vergessen haben und nicht daran erinnert sein mögen, daß wol zu keiner Zeit mehr Sittenlosigkeit, Gottlosigkeit und Verbrechen in der Welt geherrscht haben, als damals, wo der Aberglaube mächtig war und die Welt regierte. — Eine wahrhafte Erkenntniß der Natur arbeitet geradezu sowol dem Zweifel wie der Verwerfung religiöser Wahrheiten entgegen, indem sie die Vorstellungen reinigt, das Wahre aufklärt, Irrthümer beseitigt und den Untersuchungsgeist anregt — auf diesem Wege ist sie eine ewige Feindin des Unglaubens, indem sie nicht Gott leugnet, sondern zu ihm hinführt. — Je mehr der Mensch die Wahrheit erkennt, um so freiwilliger huldigt er ihr und eine ungezwungene Huldigung der Wahrheit ist Gottinnigkeit und Tugend.

Indem die Naturwissenschaft zeigt, daß alle Wirkungen in der Erscheinungswelt nach nothwendigen, unabänderlichen und ewigen Gesetzen geschehen, ist Mancher wol zu der irrthümlichen Meinung verleitet worden, als werde die ganze Natur von einer blinden Nothwendigkeit durchdrungen, welche aller Ver-

nunft vorausgehe, und deshalb nicht abhängig von derselben wäre. Solche Meinung zerfällt aber schon in sich selbst, wenn man sie in ihrer eigenen Consequenz näher verfolgt, denn sie setzt unwillkürlich, als Grundlage für das ganze Dasein, eine von Ewigkeit her vorhandene, unbeseelte Materie mit gewissen nothwendigen Eigenschaften voraus, deren nothwendige Wirkungsweise nun auch das hervorbringen soll, was man Geistiges nennt. Fragen wir aber unsere angesehensten Naturforscher, so werden sie uns bestätigen, daß sie, je tiefer sie in das Naturleben erkennend eingedrungen sind, auch mit um so größerer Bewunderung überall die weise Anlage zu vernünftigen Zwecken erkannt und gerade daraus den Beweis für den Ursprung der Natur aus einer allmächtigen höchsten Vernunft gefunden haben. Jemehr uns die Wissenschaft von den Zwecken in der Natur und den Mitteln zu deren Verwirklichung lehrt, um so unabweisbarer macht sich die Ueberzeugung geltend, daß die ganze Natur eine Vernunftschöpfung ist, daß die Naturgesetze nichts Anderes, als Vernunftgesetze sind, welche unsere beschränkte, menschliche Vernunft erst durch Erfahrung und Enträthselung mittelbar aufzufinden vermag. Indem aber alle Gesetze ineinandergreifen, sich gegenseitig bedingen und einem Gesammtzwecke dienen, weisen sie sämmtlich auf eine höhere Vernunfteinheit hin und die Naturnothwendigkeit ist eine Vernunftnothwendigkeit. Die neuere Wissenschaft hat bestimmt nachgewiesen, daß die Materie, der Naturstoff, woraus die Körperwelt gebildet ist, nicht ein für sich Bestehendes, sondern ein von geistigen Lebensgedanken Bestimmbares ist, gleichwie der todte Marmor sich dem plastischen Gedanken des Bildhauers fügt und dessen geistigen Zweck ausdrückt. —

Darüber wird der nächste Brief auf dem Wege der physikalischen Erklärungsweise der Materie weitere Aufschlüsse geben.

Dritter Brief.

Haben wir uns in den vorhergehenden Darstellungen über den Einfluß der Naturwissenschaften auf das Menschenleben eine allgemeine Anschauung zu vermitteln gesucht, indem aus dem Entwickelungsgange der Naturerkenntniß hervorging, wie mit zunehmendem Verständniß der Erscheinungswelt jener Einfluß immer thatsächlicher, erweiternder, aufklärender und umgestaltender für das Leben der Menschen wurde, wie die Naturanschauung und Empfindung auf religiöse, moralische, ästhetische und praktisch-technische Vervollkommnung des menschlichen Geschlechts hinwirkten und mit dem Blicke in das Gesetz von Himmel und Erde auch den Horizont der Völker ausdehnten, so bleibt es jetzt Aufgabe der ferneren Briefe an das gebildete Publicum, diese Bedeutung und Wirkung der Naturwissenschaften mit den Leistungen derselben zu beweisen. — Indem aus allgemeinen Zuständen nachgewiesen wurde, daß die letzten funfzig Jahre einen Abschnitt in der Zeitgeschichte der Naturkunde umfassen, der als eigentlicher Zeitraum des Wissens von der Natur und als die wahrhafte Periode des Vermächtnisses der Wissenschaft an das Volk anzusehen ist, so habe ich auch nunmehr diesen Zeitabschnitt vor Augen, wenn ich erfahrungsmäßig die Materialien liefere, welche der neueren Naturwissenschaft den Charakter der Gegenwart aufgedrückt haben.

Um die einzelne Thatsache, möge dieselbe eine Entdeckung oder Anwendung, eine Erklärung oder gesetzliche Bestimmung der Naturkörper sein, sogleich im rechten Lichte des Verständnisses, wie dasselbe jetzt dies wissenschaftliche Gebiet durchleuchtet, anschauen zu können, ist es nöthig, zuvor einige allgemeine Anschauungen und Grundsätze zu gewinnen, welche uns sogleich auf den rechten Verständnißweg und in die Mitte der Erscheinungswelt führen. — Betrachten wir die Naturwissenschaft

der Neuzeit als eine große, reiche Landschaft, deren einzelne Partien wir kennen lernen wollen, so wird ein Ueberblick von einem Berge uns die Orientirung bedeutend erleichtern können, wenn wir zugleich durch einen Führer über die hervorragendsten Gegenstände, welche der Gegend den besonderen Charakter geben, unterrichtet werden.

Die Erfahrung der letzten funfzig Jahre hat aus einer Reihe zahlreicher Entdeckungen, Vergleiche, Prüfungen und vernünftiger Folgerungen, eine Grundanschauung von den Körpern, ihren Bedingungen und Kräften gegeben, welche der Boden wurde, auf welchem die Erkenntniß sicheren Ganges weiterschreitet und welche die Methode begründete, mittelst der man prüft, sucht und findet. Diese Grundanschauung ist der Compaß in noch unbekannten Gegenden der Naturwissenschaft, und zugleich das richtige Klima, worin auf bekannten Arbeitsfeldern die wissenschaftliche Frucht für den Nutzen des Menschenlebens reifen muß.

Hat Jemand sich mit irgend einem Gegenstande, sei es Kunst, Gewerk, lange mit Verstand beschäftigt, so gewinnt er allmälig eine Einsicht von dem Stoffe, seinen Zuständen und der Grenze seiner Verarbeitung. Er wird augenblicklich einem Anderen abmerken, ob er ebenfalls mit dem Stoffe fertig werden und ihn dem Willenszwecke unterwerfen wird, sobald er nur sieht, ob der Andere das wahre Vermögen und die Gesetze des Stoffes kennt. — So hat auch die neuere Naturwissenschaft eine Einsicht in die Körperwelt, deren Gesetze, Vermögen und Grenzen erlangt und darauf die Methode ihrer weiteren Arbeit gegründet. Dadurch ist sie aber fähig geworden, schon ohne weitere Prüfung allein durch vernünftige Schlüsse die Wahrheit, Möglichkeit oder Selbsttäuschung sogenannter neuer Entdeckungen und Anwendungen zu beurtheilen. Allgemein bestätigte, darum allgemein gültige Erfahrungssätze über Leben, Gestaltung, Kraft und Gesetz der Natur, sind zu positiven Voraussetzungen des Urtheils gemacht und dadurch ist einer großen Verwirrung, An-

haltslosigkeit und nutzlosen Arbeit in der Naturwissenschaft abgeholfen und für die Zukunft vorgebeugt. —

Behauptet Jemand, im Besitze einer neuen Entdeckung, Erfindung, einer neuen Kraft oder Gesetzenthüllung der Natur zu sein, aber es beruhet seine Angabe nicht auf den allgemein gültigen Voraussetzungen, so nimmt kein Sachverständiger Notiz davon, weil er weiß, die Angabe steht nicht auf wissenschaftlichem Boden — verwendet Jemand seine Zeit und Mittel auf Production eines neuen Stoffes, auf Construction einer neuen Maschine, auf Nutzbarmachung irgend einer wissenschaftlichen Thatsache und seine Methode des Experimentirens ist nicht die wissenschaftliche, welche den Gesetzen der Natur die Leitung und Fingerzeige des Versuches überträgt, so wird er überall mit chemischen, mechanischen, physiologischen Naturbestimmungen in Conflict gerathen, und kein wahrer Forscher wird ihm Aufmerksamkeit widmen. — Es verhält sich damit ebenso wie im allgemeinen Gebiete des Verstandes — der Einsichtsvolle wird lächeln oder gar nicht hinhören, wenn ein Anderer mit größestem Ernste behaupten wollte, daß er die Beweise zur Widerlegung des pythagoräischen Lehrsatzes gefunden habe, oder daß er eine viereckige Kugel zu construiren vermöge. Alle solche Angaben streiten gegen die vernünftigen Vorbegriffe, in denen die Grundgesetze aufgestellt sind, welche Möglichkeit und Unmöglichkeit perspectivisch erkennen lassen. Auf solchen gesetzlichen Grundsätzen von dem Wesen und den Bedingungen der Natur fußend, konnte auch ein berühmter Physiker, auf die dringliche Bitte, sich mit Untersuchung des Tischrückens zu befassen, um die aufgeregte Welt darüber zu belehren, ganz gleichgültig, aber entschieden antworten: „Lassen Sie mich mit diesem dummen Zeuge zufrieden!“ — Aus ganz gleichem Grunde fällt es keinem wissenschaftlichen Chemiker, trotz der bewunderungswürdigen Fortschritte in der Chemie ein, Gold machen zu wollen — aus demselben Grunde lacht der Chemiker den Mann aus, welcher vorgiebt, Diamanten produciren zu

können, ohne das Mittel gefunden zu haben, reinen Kohlenstoff aufzulösen, — aus gleichem Grunde bedauert der Physiker jeden geheimen Medicinalrath wegen seiner grassen Unwissenheit, der zusammengehängte Zink- und Kupferdrähte als Heilketten durch galvanische Wirkung öffentlich empfiehlt. — Es ist bei dem heutigen Stande der Naturwissenschaften nicht denkbar, daß ein zweiter Professor Beireis, wie derselbe noch vor funfzig Jahren sein volles, akademisches Auditorium zu Helmstedt hatte, wieder an einer Universität auferstehen könnte.

Die Naturwissenschaft der Neuzeit ist auf feste Grundsätze gelangt, die allen neuen Erweiterungen des Entdeckens und Wissens als Voraussetzungen gelten müssen. — Das macht aber die allgemeine Anschauung der vorzüglichsten dieser Grundsätze im Volksbewußtsein nöthig, wenn das Einzelne richtig verstanden werden soll. Diese allgemeinen Ansichten von der Körperwelt dürften deshalb zunächst in diesem Briefe ihre volksthümliche Vertretung finden. —

Da die Naturwissenschaft zum Gegenstande ihrer Erkenntniß die Körperwelt hat, so ist natürlich eine der wichtigsten Fragen die nach dem Wesen der Körper. Sie sind sichtbare oder doch durch andere Sinne wahrnehmbare Wesen, deren allgemeine Grundlage die Materie, der Stoff ist. Der Stoff ist ja gerade das Wahrnehmbare in der Schöpfung.

Mögen wir unsere Sinne im Raume hinwenden, wo wir nur wollen und können, überall finden wir den Stoff; er erfüllt jeden Raum, er ist das Allgegenwärtige der Körperwelt, er ist bald sichtbar, bald unsichtbar, wie in den Gasen, aber immer vorhanden und wägbar. — Die ganze Natur ist nichts Anderes, als eine unzählige Mannigfaltigkeit der Zustände dieses Stoffes, der alle Räume anfüllt. Was wir einen luftleeren Raum nennen, ist nur ein mit möglichst verdünnter Luft gefüllter, also auch vom Stoffe durchdrungener Raum. Die ganze Anschauungsweise der Erscheinungswelt ist gegründet auf den richtigen oder

falschen Begriff von Stoff — Materie. Da nun die neuere Naturwissenschaft sich einer richtigen Anschauungsweise der Körperwelt rühmt, so fragen wir vor allen Dingen, wie sie den Stoff, diese im Raume allgegenwärtige und wandelbare, materielle Grundlage aller Erscheinungen, begreift? Denn Alles, was wir Leben, Entstehen und Vergehen, Gestalt und Wandlung in der Natur nennen, es sind nur Zustände und Aeußerungen des Stoffes. —

Wir brauchen ihn nicht zu suchen, um ihn zu untersuchen, wir sind allaugenblicklich und überall von ihm umgeben und durchdrungen, wir sind selbst Stoff. Wo wir ihn aber sinnlich wahrnehmen, da gibt er sich uns durch seine *Eigenschaften* zu erkennen, und gerade diese Eigenschaften sind das wahrhafte Sein und Eigenthümliche des Stoffes, ohne welche er in ein körperliches Nichts zerfallen würde. Durch sie aber werden die Körper nicht nur wahrnehmbar, sondern auch das, was sie sind und wirken, durch die Eigenschaften der Materie offenbaren sich die Kräfte, welche in der Natur walten und bestimmen.

Wir reden von einer Schwerkraft, von leuchtender, anziehender, abstoßender oder elektrischer Kraft und bezeichnen damit nichts Anderes, als Körpereigenschaften; wir erfahren etwas von der Schwerkraft, wenn wir den Körper fallen sehen, der Anziehungskraft des Stoffes, wenn wir bemerken, daß ein Körper sich schwer trennen und zerstückeln läßt u. s. w. und so haben wir uns schon durch die äußere, alltägliche, sinnliche Erfahrung daran gewöhnt, von den Körpern zu sagen, daß sie einen Raum einnehmen, daß sie schwer sind, Licht spenden oder zurückwerfen, Zusammenhangskraft (Cohäsion) haben, daß sie chemische Verbindungen miteinander eingehen, elektrisch-magnetisch ꝛc. sind. Sobald wir von Naturkräften reden, machen wir uns die Eigenschaften der Körper namhaft und sie sind daher das *Wesentliche* derselben. Das hat die Naturwissenschaft der Neuzeit auch in vollem Maße erkannt und für das Verständniß des Natur-

lebens ausgebeutet. Denken wir uns irgend einen Stoff, also Körper, nehmen wir ihm in der Phantasie alle seine Eigenschaften, durch welche er für uns wahrnehmbar ist und wirkt, z. B. die Fähigkeit, einen Raum einzunehmen, seine Cohäsion, seine chemische und elektrische Kraft, seine Schwere, seine Farbe — was würde übrig bleiben vom Körper? — Nichts! Der Stoff ist also nicht ein für sich bestehendes Etwas, mit dem sich gewisse Eigenschaften verbinden, deren Unterlage, Träger und Substrat er vorstellt, und die er wieder abwerfen kann, um immer noch Stoff zu bleiben — sondern Stoff ist, mag er gestaltlose Matèrie, begrenzte Körperform, Naturerscheinung sein, immer nichts weiter, als das Product von in Verbindung tretenden, zusammmen- oder aufeinanderwirkenden Eigenschaften oder Kräften der Natur. In der Erscheinung des Stoffes machen sich allgemeine oder in besonderem engeren Kreise zusammenwirkende Naturkräfte sinnlich wahrnehmbar. Redet die Wissenschaft deshalb von Bestandtheilen eines Körpers, so hat sie damit gleichzeitig die Eigenschaften oder Kräfte gemeint, welche zusammenwirken, um den Körper darzustellen. Mit dem Aufhören dieser Zusammenwirkung zerfällt der Körper in ebenso viele Stoffe, als noch Kräfte in engeren Grenzen aufeinander wirksam bleiben.

Wie verhält sich aber der Staff bei der feinsten Zerkleinerung eines Körpers? Nehmen wir z. B. einen Kubikzoll Kreide und theilen denselben in Kubiklinien, diese wieder in $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{10000}$ Kubiklinien, so werden die kleinsten Theilchen immer noch Kreide sein, das heißt, alle Eigenschaften besitzen, wie das ganze Stück, das sie vor der Zerkleinerung darstellten. Wir können uns diese Theilung weit über die Grenze unserer sinnlichen Wahrnehmung hinaus fortgesetzt denken, das feinste, etwa noch mikroskopisch verfolgbare Theilchen wird immer Kreide mit den Eigenschaften des früher ganzen

Stückes bleiben, wird Schwere, Cohäsion, chemische, physikalische Anziehungs- und Abstoßungskräfte besitzen. Gerade der Umstand, daß jedes feinste Theilchen jene Eigenschaften besitzt, ist Grund, daß dieselben auch dem Körper von einem Kubikzoll Größe zukamen. Nennen wir ein feinstes, den Sinnen entschwindendes Theilchen ein Atom oder einen Punkt, so sind in diesem sämmtliche Kräfte und Eigenschaften enthalten, welche wir in dem großen, sichtbaren Körper wahrnehmen, der aus Millionen solcher punktartigen Atome bestand. —

Die neuere Wissenschaft ist deswegen zu der Anschauung gelangt, daß jedes Atom des Stoffes das Product wirkender Thätigkeiten ist, also jeder Punkt im größten wie im kleinsten Raume eine Aeußerung lebendiger, zusammenwirkender Kräfte — die ganze, raumerfüllende Materie, also die ganze Erscheinungswelt, ein selbsteigenes, in Thätigkeiten sich äußerndes Leben.

Daraus folgt, daß jeder atomistische Punkt, als Centrum concurrirender Naturkräfte, auch seinen Kreis der Wirkung haben muß. Sehen wir, daß ein großer Körper auf einen gewissen Umkreis Anziehung ausübt, so muß diese auch jedem feinsten Atome eigen sein und dieses seine besondere Kraftsphäre haben. —

Wir sehen, daß ein Stück geriebenes Siegellack in einer gewissen Abstandsweite andere leichte Körperchen, wie Papierschnitzel, Hollundermarkkügelchen anzieht. Angenommen, die Wirkungsgrenze der Anziehungskraft betrage einen Zoll Entfernung, so drängt sich die Frage auf, ob diese Kraftsphäre sich nun mit der Zerkleinerung des Siegellacks in feinere Theile ebenfalls verringere, ob ein Stück von $\frac{1}{2}$ Kubikzoll Größe nur auf einen halben Zoll Entfernung wirke, wo ein Stück von 1 Kubikzoll eine Fernwirkung von einem ganzen Zoll äußere? Setzen wir diese Theilung des anziehenden Körpers in unserer

Vorstellung noch weiter fort, so werden wir auf Atome oder Punkte gelangen, an denen unsere groben Wahrnehmungsorgane keine Anziehungskraft mehr bemerken und wo dann die Frage entsteht, ob hier die Kraftsphäre in gleichem Verhältnisse enger geworden sei, wie der Körper kleiner wurde?

Da, wo unsere, für das feinere Weben und Wirken der Natur immer noch zu grob organisirten Sinne ihre Grenze finden, da ist der Mensch gar zu bereitwillig, durch irgend eine Erklärung seine eigene Beschränkung zu beschönigen; so ist man auch gern geneigt, zu behaupten, daß mit der zunehmenden Theilung des Körpers in feinere Stücken bis zum punktähnlichen Atome die Kraftwirkungssphäre verhältnißmäßig abnehme und auf einen immer engeren, nicht mehr wahrnehmbaren Kreis beschränkt werde. — Die neuere Naturwissenschaft kann aber diese Ansicht nicht gelten lassen, da sie ebenso klingt, als wollte Jemand alles Ernstes behaupten: „wenn ein Pferd in einer Stunde eine Meile zurücklegt, so müssen zehn Pferde in derselben Zeit zehn Meilen zurücklegen." — Jeder Vernünftige wird aber über eine solche Behauptung lächeln — deshalb kann es sich auch nicht so mit der Kraftsphäre der feinsten Körperatome verhalten. — Da es eine Thatsache ist, daß jeder Punkt eines Körpers dieselben Eigenschaften besitzt, welche dem ganzen Körper als Summe der Atome zukommen, so muß ihm auch dieselbe Kraftwirkung eigen sein. Und so verhält es sich auch; nicht die Größe der Fernwirkung wird vermehrt, sondern die jedem Punkte selbsteigen angehörende Kraftsphäre wird nur deutlicher und stärker, wenn viele Tausende solcher Sphären gemeinschaftlich wirken. — Die stärkere Intensität tritt nur mehr vor die Sinne des Menschen. Zünden wir, um ein Gleichniß im Großen zu haben, eine Lampe an, deren Docht wir aber so tief eingeschroben haben, daß nur ein kleines Lichtflämmchen an einem Punkte des Dochtrandes glimmt, so reichen die Lichtstrahlen des flammenden Pünktchens durch das

ganze Zimmer, an alle Wandgrenzen desselben, aber sie werden kaum merkbar erleuchten. Wird aber nun der Docht höher, die Flamme größer gemacht, so wird das Zimmer um so heller erleuchtet, je größer die Flamme wurde, nicht aber, weil etwa die Lichtstrahlen nun weiter reichen, sondern nur, weil die leuchtenden Punkte vermehrt wurden und nun gemeinschaftlich die Summe der Wirkung verstärkten. — So wirkt auch jedes $\frac{1}{10000}$ Kubiklinie großes Stückchen geriebener Siegellack ebensoweit in seiner Anziehungskraft, etwa von 1 Zoll, wie das ganze große Stück, nur sind die Aeußerungen dieser Wirkung für unsere Sinne zu fein und indem jedes Pünktchen seine Kraft mitwirken läßt, summirt sich die Intensität zur wahrnehmbaren Wirkung. — Je größer deshalb die Summe der Atome, um so mehr Kraftäußerung im Körper. Das gilt im Größten und Kleinsten der Körperwelt als Gesetz und es beruhet auf demselben praktischen Grundsatze, daß zehn Pferde von gleichen Kräften mehr ziehen können, als eins derselben. —

Da der Stoff das Product von Naturkräften ist, so ist die ganze Körperwelt keine todte, sondern eine lebendige, von ununterbrochenen Thätigkeiten bewegte Natur. Da aber die Eigenschaft, einen Raum einzunehmen, allen Körpern und so auch den Atomen zukommt, so ist der Raum ebenfalls nichts Anderes, als ein Product der wirkenden Kräfte, welche den Stoff bedingen, denn Raum ohne Stoff, oder gar ein im Voraus vorhandener Raum, der erst später mit Stoff gefüllt wurde, ist ein Unding und damit auch Unsinn.

Wohin wir aber blicken, da treffen wir nicht nur Stoff an, sondern auch Form. Die unendliche Mannigfaltigkeit der Naturgestalten war ja der mächtigste, anlockende Reiz zur Empfindung der Naturschönheit und Erforschung der Naturwahrheit. Ueberall, in den Gestaltungen der Krystalle, Pflanzen und Thiere, begegnen wir einer Gesetzmäßigkeit, welche auch der neueren Naturwissenschaft eine dringende Mahnung und Anre-

gung wurde, das waltende Urgesetz der Form, der Gestaltung des Stoffes, zu erforschen. Hierüber gewann die Neuzeit die klarsten Anschauungen.

Welcher denkende und bei sinnlichen Wahrnehmungen reflectirende Mensch hätte nicht schon einmal die Frage in sich flüstern hören, wie es zugehe, daß eine Mischung von Salzsäure und Natron stets zu einem Salze zusammenschieße, das die Gestalt eines Würfels hat, während Kali und Schwefelsäure immer Körper von der Gestalt sechsseitiger Doppelpyramiden bilden, und Natron mit Schwefelsäure in vier- und sechsseitigen Säulen sich darstellen? Wem wäre nicht schon der Gedanke aufgestiegen, wie es zugehe, daß aus einem Samenkorne oder Eie eine ganze Pflanze oder ein vollkommenes Thier gestaltet werde, ja, daß aus dem ähnlichen Samen verschiedener Pflanzen und den nicht zu unterscheidenden Eierchen der heterogensten Thiergruppen, doch immer eine ganz bestimmte Form, aus dem Buchensamen eine Buche, dem Levkojen-, Reseda- und Kohlsamen regelmäßig Levkoje, Reseda, Kohl, aus dem Ei eines Sperlings oder eines Frosches keine Nachtigall oder Eidechse hervorgehe? Es muß, das fühlt schon der Fremdling der Naturwissenschaft, ein Grundgesetz dafür obwalten und die Wissenschaft hat dasselbe erfahrungsmäßig zu finden und zu deuten. Das ist denn auch geschehen und die Frage nach den Bedingungen der Form in der so unendlich mannigfaltig gestalteten Natur hat in ihrer Beantwortung eine Reihe von Gesetzen zur wissenschaftlichen Kenntniß gebracht, die, wenn auch in ihren letzten Gründen noch nicht völlig entschleiert, doch den Blick in die Bildungsgeschichte der Vor- und Jetztwelt gelichtet haben.

Die Frage: wie entstanden und entstehen überhaupt die Gestalten in der Natur? — hat ihre Grenze, denn wer könnte genügende Antwort darüber geben, wie einst im Anfange der Schöpfung die erste Pflanze, das erste Thier entstanden sei?

Das überläßt die Naturwissenschaft der Phantasie, denn sie findet keine Stütze an der sinnlichen Wahrnehmung, wir sehen jetzt keine neuen Formen mehr geschaffen werden, sondern nur die bestehenden Gestalten sich durch Fortpflanzung oder Wiederholung der Bedingungen reproduciren; hieran hat sich allein die Naturwissenschaft zu halten.

Sowie der todte Marmor vergeistigt wird, wenn er, vom Gedanken des Künstlers durchdrungen, die Idee in sichtbarer Form ausdrückt, so wird auch der Stoff vergeistigt, indem er Gestalt erhält. Die Grundanschauung der neueren Naturwissenschaft über diesen Gestaltungsproceß ist folgende: Stoff ist nur das Product zusammenwirkender Kräfte; überall aber, wo Kräfte sich im Stoffe bethätigen, da tritt der Stoff in einer bestimmten Gestalt ein. Kraft und Stoff produciren in ihrer Einheit die Form. — So heißt der neuere Lehrsatz — und sehen wir uns um, wie die Naturwissenschaft denselben beweisen kann.

Die Kraftthätigkeit in dem Stoffe ist jedesmal mit einer, der jedesmaligen Zusammenwirkung entsprechenden Combination, Zusammensetzung der Materie, verbunden — diese aber hat innere Gestaltung zur Folge. Combination des Stoffes und Formation sind Ursache und Wirkung. Aendert sich die Zusammensetzung des Stoffes, so ist damit gleichzeitig die Form verändert. Das lehrt die Erfahrung durchgehends. Es ist nicht einmal erforderlich, daß ein zusammengesetzter Körper irgend einen seiner Bestandtheile verliere oder die Quantität desselben verringert oder vermehrt werde, oder daß ein neuer Bestandtheil hinzutrete, um sofort einen neuen Körper, d. h. eine neue Gestalt zu bedingen — dieselben Bestandtheile, welche einen gewissen Körper bilden, brauchen nur in ihrer feinsten, atomistischen Lagerung nebeneinander verändert zu werden, ohne an Zahl und Gewicht ihrer Atome irgend zu- oder abzunehmen, und die neue Materie, die neue Form sind damit gegeben.

So besteht, um ein Beispiel anschaulich zu machen, das Holz aus 16 Elementartheilen, nämlich 5 Atomen Wasserstoff, 6 Atomen Kohlenstoff, 5 Atomen Sauerstoff — dieselben Elemente an Zahl und Namen bilden aber auch Stärke, Zucker — also ganz verschiedene Stoffe und Gestalten, es müssen also jene 16 Factoren nur andere Lagerung und Gruppirung angenommen haben, gleichsam wie man mit 16 Schachsteinen auf 16 Feldern des Schachbrettes die mannigfaltigsten Stellungen der einzelnen Steine zu einander bewerkstelligen kann.

Mit dem Krystall tritt die unorganische Natur in die Gestaltung ein; — sowie sich zwei Elementarstoffe mit einander verbinden, sowie also die Kräfte zweier Stoffe auf einander wirken, schießen beide zu einem neuen, mathematisch construirten Körper zusammen, den man Krystall nennt, und diese Form ist immer dieselbe, sobald jene Stoffe unter denselben Bedingungen und in denselben Zuständen sich verbinden. — Die Wissenschaft hat bestimmte Gestaltungsgesetze der von physikalischen Kräften bedingten unorganischen Körper erkannt, von denen die Gesetze der Doppelgestaltung (Dimorphie) ein interessantes Licht auf dieses ganze Gebiet der gestaltenden Kräfte wirft. Unter verschiedenen Zustandsverhältnissen nehmen gleiche Stoffe bei ihrer Verbindung ungleiche Form an. Vermischen wir z. B. Kalk und Kohlensäure mit einander, dann entsteht derjenige Körper, welchen man im bürgerlichen Leben Kreide nennt; geschieht diese Verbindung bei gewöhnlicher Temperatur der Luft, dann krystallisirt dieser kohlensaure Kalk in Form von Rhomboëdern (geschobenem Würfel mit sechs rautenförmigen Seiten), geschieht die Verbindung aber in heißem Wasser, so entsteht die Gestalt von rhombischen Säulen. — Es giebt sogar dreifache Gestaltungen (Trimorphie) einer und derselben Stoffcombination, wie z. B. beim schwefelsauren Oxydul des Nickelmetalls, welcher sowol in rhombischen monoclinoëdrischen und tetragonalen Krystallformen hervortritt. So nehmen

gewisse Stoffe bei ihrer Verbindung eine ganz andere Form an, wenn in der Flüssigkeit, worin sie aufgelöst waren, noch ein anderer, fremder Stoff gegenwärtig ist, ohne daß derselbe an der Verbindung Theil nimmt. Bekanntlich schießt Kochsalzauflösung beim Verdunsten der Flüssigkeit in Würfelform zusammen — war aber dem Wasser Boraxsäure beigemengt, so entstehen Kochsalzkrystalle in Form von Octaëder-Würfeln, war Harnsäure zugegen, aber in reinen Octaëdern. Dabei geht aber von beiden gegenwärtigen sauren Beimischungen nichts mit in die Krystallverbindung ein. — Man kann diese Gestaltungsgesetze auch beim Alaun recht auffällig beobachten. Nicht nur verschiedene Temperatur, Gegenwart anderer Stoffe, sondern allein schon die Zeit, worin der Alaun krystallisirt, hat auf die Verschiedenheit der Gestaltung einen entscheidenden Einfluß. Man erhält Würfel- und Octaëderformen, wenn man Alaun mit solchen kohlensauren Stoffen kocht, welche unlöslich sind — löst man die auf diese Weise gewonnenen Würfel und Octaëder (Achtflächner, vierseitige Doppelpyramide, von 8 gleichseitigen Dreiecken eingeschlossen) jede für sich wieder auf, läßt das Wasser langsam verdampfen, die Krystallbildung dadurch langsam geschehen, so kehren die Gestalten zurück, in denen der Alaun vor dem Kochen auftrat; nimmt man aber von den vorhin gewonnenen Würfeln und Octaëdern gleiche Theile zu einer Auflösung zusammen, so werden bei raschem Abdampfen, also schneller Krystallisation, anfänglich Octaëder, dann aber vorzugsweise Würfel-Octaëder (Cubo-Octaëder) entstehen, aber bei langsamer Verdampfung nur Würfel und daneben Octaëder krystallisiren. — Löset man aber die Cubo-Octaëder wieder auf, und läßt langsam das Wasser an der gewöhnlichen Lufttemperatur verdunsten, dann entstehen wieder Würfel und Doppelpyramiden, aber getrennt für sich. —

Ein anderes aufgefundenes Gesetz ist der sogenannte Isomorphismus, wonach gleiche Zusammensetzungen auch gleiche

Krystallformen bilden. Auch dieses Gesetz wirft ein erklärendes Licht auf die Bedingungen, welche die Natur bei der Stoffgestaltung erfüllt. Sobald nämlich gewisse Elementarstoffe, wie z. B. Manganum, Chrom und Eisen insofern mit einander verwandt sind, als sie auf andere Stoffe eine gleiche oder ähnliche Wirkung äußern, wenn sie ferner mit gleichen Quantitäten Sauerstoff oder Schwefel sich verbinden, oder endlich, wenn sie mit gleicher Säure oder doch mit solchen verschiedenen Säuren in Verbindung treten, welche in ihren Wirkungen auf andere Stoffe übereinstimmen, so gehen aus solchen Combinationen gleiche Krystallformen hervor. Man verbindet z. B. Eisen mit Alaun, und man wird denselben Krystall der Form nach erhalten, als ob man Mangan oder Chrom mit Alaun verbunden hätte. Diese Form wird auch dieselbe bleiben, wenn Kali, Natron oder Ammoniak mit Alaun verbunden und zur Krystallisation gebracht werden. —

Es ist aber noch ein Gesetz erkannt worden, nämlich das der Isomerie, nach welchem gleiche Zusammensetzung dennoch eine große Verschiedenheit der Stoffe in Eigenschaften und Gestalt zur Folge haben kann. Andere Lagerungsverhältnisse derselben Elementarstoffe bilden ganz verschiedene Körper, wie ich das schon vorhin bei Holz und Stärke andeutete, ein klein wenig Wasser mehr oder weniger in derselben Combination gestaltet sogleich einen neuen Körper. Recht augenfällig zeigt sich das bei aus Kohlenstoff und Wasser zusammengesetzten Pflanzenmaterien, Stärkemehl, Gummi, Gallerte, Oele, Wachs, Inulin, Zucker, Membranstoff 2c. — Sie alle bestehen aus 12 Theilen Kohlenstoff mit mehr oder weniger Wasser. Die geringste Veränderung in dem Wasserantheile macht sofort einen anderen, entweder flüssigen oder festen Körper mit anderen Eigenschaften und anderer Form, obgleich die chemische Zusammensetzung so unbedeutend voneinander verschieden ist. Und wie abweichend ist ihre Gestalt, wenn

man die geschrobenen, schaaligen Stärkemehlkörperchen mit den schrägen sechsseitigen Säulen vergleicht, in denen Zucker krystallisirt, während dessen Verschiedenheit vom Stärkemehl in der Zusammensetzung sich nur auf etwas mehr Wasser reducirt.

In solchen Gesetzen und Beispielen spricht die Natur deutlich ihre Principien der Körpergestaltung aus — Stoffe, Kraft und Gestalt stehen in einem unmittelbaren Zusammenhange und die Wissenschaft vermochte den Lehrsatz aufzustellen, daß präcis gleiche Zusammensetzung und Atomenlagerung der Stoffe immer gleiche Gestalt, ungleichartige Zusammensetzung aber ungleiche Gestalt, Veränderung der Zusammensetzung aber Gestaltveränderung bedingt.

Das bestätigt nicht nur die Untersuchung der Krystalle, das beweisen auch die Formen der Pflanzen und Thiere. Auch sie sind gewissermaßen Krystalle, nicht mehr der geraden Linie und dem Winkel unterworfen, sondern nach der höheren mathematischen Bestimmung der Kugel geformt*). Beginnt doch die Pflanzenwelt mit der einfachen Zelle (Hohlkugel) und steigt die Formvollendung mit sanften Uebergängen immer mehr aufwärts zu den mannigfaltigsten Anwendungen der raumumschließenden Zelle, als Organismus. — Hier schließt sich der Körper in sich ab gegen die Außenwelt, alle seine Formtheile concurriren zur Bildung eines Ganzen, und während der organische Krystall gleich fertig gebildet aus der chemischen Stoffverbindung hervortritt, immer in derselben Form sich vergrößert, solange Elemente und Bedingungen fortwirken, geht die Gestaltung der Pflanzen und Thiere erst auf dem Entwickelungswege mittelst der Ernährung von statten.

Auch die Ernährung bestätigt das allgemeine Gesetz vom innigen Zusammenhange zwischen Combination und Gestalt. Eine vollendete Form fordert eine vollkommene Zusammen-

*) Siehe Ausführlicheres darüber in meinen Mikroskopischen Bildern. — Leipzig, Verlag von J. J. Weber. 1853.

setzung des Stoffes. Ohne Kieselerde wird die Haferpflanze ein verkümmerter, bleicher Grashalm, ohne Kalkerde stirbt sie schon nach Gestaltung des ersten Blattes, ohne Talk bleibt sie am Boden liegen und kraftlos, ohne Eisen bekommt sie keine grüne Farbe und keine regelmäßige Form, ohne Kali und Natron erreicht sie kaum eine dreizöllige Höhe, ohne Manganum bleibt sie schwach und blüthenarm — was kann uns schlagender von dem unmittelbaren Zusammenhange der Stoffcombination mit der Gestaltung überzeugen? Und wie folgereich muß solches erkannte Gesetz für die Landwirthschaft der Menschen werden?

Gleiche Ernährung (also gleiche Stoffcombination) bringt gleiche Gestaltung hervor — so lautet in der organischen Natur der Spruch eines enthüllten, großen Geheimnisses — und die Erfahrung vermochte diesen Satz zu vervollständigen, indem sie erkannte, daß ungleiche Ernährung auch ungleiche Gestaltung bedingt. — Der Einfluß dieser Erkenntniß auf die Oekonomie des menschlichen Haushaltes wird durch dieses einfache Gesetz um so reichhaltiger, als nunmehr mit Einsicht und Methode bewerkstelligt werden kann, was seither nur die stumpfe Hingebung an die Natur dem Menschen durch Zufall und gedankenlosen Gebrauch dargeboten hat. Man blicke nur auf unsere Culturpflanzen und frage nach der Ursache, warum sie kaum die Mutterpflanze wieder erkennen lassen? Weil ihre Ernährung eine andere wurde, mußte auch die Gestalt sich ändern. Daher schreiben sich die verschiedenen, durch Gartenkunst gezogenen Arten von einer und derselben wilden Pflanze; — machte es doch Humboldt große Mühe, die Urkartoffel in Mittelamerika, von der doch alle unsere europäischen Kartoffeln stammen, wiederzuerkennen, und wie fand er sie? Als eine grüne, stärkemehlarme, bitterschmeckende und kleine Knolle. — Woher kam der Stärkemehlgehalt, die ganze Verwandlung der europäischen Kartoffel in Eigenschaften und Gestalt? Durch die ungewöhnliche Ernährungsweise und Stoff-

combination. — Auf diesem Wege ungleicher Ernährung erhielten wir Sommer- und Wintergetreide, das ursprünglich nur einer Art angehörte, wir erhielten eine Menge Rüben und Kohlsorten, welche die Natur nur in einer wilden Pflanze, also nur durch eine Ernährungsweise, gestaltete. Der Blumenkohl bekommt seine üppige Gestalt und Eigenschaft als Gemüse nur allein durch Düngen mit reinem Menschenkothe — ohne diese Ernährungsweise wird er eine trockene, holzige und geschmacklose Pflanze — und wie veränderte diese sich durch die künstliche Ernährung, da sie doch derselben Mutterpflanze, dem gemeinen Gartenkohl, angehört, welcher alle andere Kohlarten entstammen, mögen sie Weiß-, Savoye-, Rothkohl oder Kohlrabi heißen und die nur Culturformen ungleicher Ernährungsweise sind, die sich, wenn sie einmal in dieser Bilduug unterhalten werden, sogar in der veränderten Gestalt fortpflanzen. So ist die knollenartige Anschwellung des Stengels beim Kohlrabi unterhalb der Blätter nichts Anderes, als das Product ungewöhnlicher Ernährung, denn die Mutterpflanze hat diese Knollen nicht, welche nun aber, einmal entstanden, bei derselben Ernährungsweise auch in der Art forterben. —

Das Naturgesetz von dem innigen Zusammenhange des Stoffes und der Form prägt jedem Boden auch den formellen Charakter seiner Bestandtheile auf. Man wandle an die Meeresküste und es wird uns nicht unbemerkt bleiben, wie alle Pflanzen einen Stengel- und Blättercharakter haben, den man fett nennen darf; — dieselbe Eigenschaft finden wir bei Salinen mitten im Lande, und es hat sich herausgestellt, daß die Salze des Bodens, namentlich das Kochsalz, diese Gestaltung bedingen. Wie anders erscheinen uns die Pflanzenformen des vorherrschend sandigen Bodens, der an Kieselsäure reich ist; — hier ist Alles starr, steif, glasig, die Gräser und Schachtelhalme auf dem Flugsande der Wüsten, die Getreidehalme der kieselreichen Felder, der ganze starre Pflanzencharakter des auf Sand ruhenden neuhollän-

dischen Bodens — es ist Alles Product der Kieselsäure, welche in die Stoffcombination eindringt und die Form bedingt. So wachsen auf einem an Kalk reichen Boden Pflanzengestalten mit lederartigem, zähen Laube und duftigen, schönfarbigen Blüthen, wie wir sie z. B. in den Orchideen repräsentirt haben, während ein an Kali reicher Boden ein saftiges Blatt mit üppigem Grün gesättigt, hervortreibt, wie es nur Amerika darbietet, das in seiner Pflanzenwelt den Kaligehalt seines Bodens zur Schau trägt. — Alle Pflanzenformen, mögen sie der Natur oder künstlicher Cultur angehören, sie stellen die viel tausendfachen Grundtypen, Uebergänge und Zwischenstufen der verschiedenartigsten Ernährung und deren Einwirkung auf Stoffcombination und Form dar. Diesem Gesetze entsprechen auch die Resultate angestellter Versuche, in welchen Pflanzenzellen, welche bei natürlicher Ernährung eine ganz bestimmte Entwickelungsform im Leben ihrer Pflanze genommen haben würden, bei einer fremdartigen Ernährung eine ganz neue Gestaltung beginnen und geradezu neue Pflanzen darstellen können. Solche Beobachtungen sind namentlich am bekannten Blüthenstaube der Blumen gemacht worden, welcher in einer großen Menge mikroskopischer Zellchen besteht, die auf die Narbe des weiblichen Blüthentheils gebracht, hier in die Form eines Schlauches übergehen, der bis zum Fruchtboden der Blüthe und in die Keimknospe fortwächst. — Um einen so langen Strauch zu produciren, bedarf die kleine Zelle der Zuführung von Stoff, der Ernährung. Diese leistet ihr die klebrige, zuckerhaltige Absonderung der Blüthennarbe, wo das Zellchen eingebettet ist. — Es hat also die Ernährung der Zelle mit zuckerhaltigem Stoffe die Bildung eines Schlauches zur Folge, es verwandelt sich die Kugelform der Zelle in Röhrengestalt. — Wenn aber ungleiche Ernährung auch ungleiche Gestalt bedingt, so muß eine solche Zelle, auf den Boden fremdartiger Ernährungsstoffe gebracht, auch fremdartige Formen geben. — Dieser logische Schluß ist denn auch durch Experimente, von

denen ich meine eigenen nicht weiter beschreiben, sondern namentlich der Kersten'schen gedenken will, erfahrungsmäßig bestätigt worden und dadurch hat mit einem Male das geheimnißvolle Reich der Schimmelbildungen auf und in Pflanzen und Thieren ein ganz helles Licht der Erklärung erhalten. Bringt man nämlich Zellen auf einen fremdartigen Boden der Ernährung, z. B. die Blüthenstaubzellchen der Tigernelke auf feuchtes Torfmoos, oder in die Stengelhöhle einer Georgine, so geht die anfängliche Röhrenschlauchbildung sehr bald in eine verzweigte Stengel- und Aestebildung über, die an den Spitzen Kugelformen entwickelt, welche mit feinen, samenartigen Körnchen gefüllt sind. Es ist also von dem Zellchen eine ganz neue Pflanzengestalt gebildet, die in Form und Verhalten ganz den Schimmelbildungen gleicht, welche auf zersetzten, faulenden, gährenden Stoffen aufwuchern. Diese Gestalt ist nichts Anderes, als die Folge der Einwirkung fremdartiger Ernährung und Stoffcombination. Dem Stoffe wohnt das Streben inne, sich zu gestalten, die Form selbst wird aber bedingt durch die Stoffcombination, in welche der Bildungstrieb natürlich oder künstlich eingesenkt wurde. Schon der Proceß der Gährung, wo eine Stoffmasse sich in chemischer Umwandlung seiner Combination befindet, ruft Gestaltung, die Hefenzellenbildung, hervor und bestätigt abermals den als Ursache und Wirkung innig verbundenen Zusammenhang zwischen Stoff und Form. — So erweiset es sich auch in der Thierwelt — auch das Thier fordert seine Stoffcombinatian zur Verwirklichung seiner Gestalt, fehlt ein nöthiger Bestandtheil, z. B. der Kalk und der Phosphor in seiner Ernährungsweise, so verkrüppelt es in seiner Gestalt, die Knochen, das formelle Gerüst, bleiben weich und unentwickelt, die Form sinkt zusammen. Ist es nicht schon dem Landwirthe bekannt geworden, wie die Ernährungsweise seiner Schafe von dem bedeutendsten Einflusse auf die Form der Wolle ist? Wie Salzboden und kalkhaltige Weide die Wolle verdirbt und grob

macht, wie sie auf der Weide des fettigen Lehmbodens weich und seidenartig wird? — Alles, was wir Thier- oder Pflanzenveredlung nennen, ist nur Formveredlung durch den Einfluß einer zweckmäßigeren Ernährung und dadurch veränderten Stoffcombination. — Würde eine Gehäuseschnecke keine Kalksalze in ihrer Nahrung finden, so würde sich kein Gehäuse bilden — darum treffen wir alle solche Schnecken auf kalkhaltigem Boden am Schönsten und Mannigfaltigsten ausgebildet, während nackte Schnecken dieser Kalksalze nicht bedürfen und deshalb auf feuchtem Lehmboden der Wälder gedeihen. Und wie es verschiedene Kalksalze gibt, kohlensaure, phosphorsaure, schwefelsaure rc., so sind auch, je nach dem Vorherrschen dieser oder jener Kalkart, die Schneckengehäuse nach der Gegend verschieden, und das kundige Auge kann schon an Form, Bestandtheil und Tracht der Muscheln und Gehäuse die Schnecke des Wüstensandes, des Meeres, der Kreide, des Jura- oder Muschelkalkes unterscheiden. So hat die Natur auch jede einzelne Insektenart an eine bestimmte Pflanzenart gewiesen, weil diese ihr jedesmal diejenigen Ernährungsstoffe darbietet, welche der zur Gestalt dienenden Stoffcombination entspricht. Eine fremde Nahrung hat Verkrüppelung zur Folge. — Ebenso wie Pflanzenzellen, wie z. B. die vorhin erwähnten Zellen des Blüthenstaubes, auf fremdem Boden neue Pflanzenformen hervorrufen, so können auch thierische Gewebezellen bei abnormer Ernährung seltsame, schlauch- und schimmelähnliche Bildungen produciren und hierin muß der Grund gesucht werden, wenn bei Karpfen, Fröschen, Seidenraupen pilzartige Wucherungen aus dem Körper hervordringen und das, ohnehin durch abnorme Ernährung erkrankte, Thierleben tödten. Ohne Zweifel ist die Bildung des Weichselzopfes eine gleichbegründete Erscheinung. — Wie sehr entschieden die Ernährung auf die ganze Gestalt einzuwirken vermag, beweisen nicht nur unsere Culturpflanzen und Thiere, sondern auch das ursprüngliche Thierleben selbst ist reich an Beispielen davon. —

Die Natur hat dieses Gesetz der Ursächlichkeit zwischen Stoffcombination und Gestaltung in geheimnißvoller Weise benutzt, um Geschöpfen auf ihrem Entwickelungsgange diejenigen zeitweisen Formen zu verleihen, welche sie für die jedesmaligen Lebensperioden nöthig haben. So z. B. sind viele Eingeweidewürmer von Thieren und Menschen angewiesen, den Wohnplatz der Mutter als Ei zu verlassen, um in die freie Natur zu gelangen, als Infusorien ähnliche Thierchen nicht in dieselbe Thierart, sondern in solche Thiere einzudringen, welche jenen zur Nahrung dienen, um gelegentlich mit ihnen verschlungen zu werden und auf diesem Wege wieder in den Darmcanal des Thieres zu gelangen, welches gleichnamig ist mit dem, worin die Mutter dieser Eingeweidewürmer lebte, von wo sie als Eier auswandern mußten. — So haben sie in der freien Natur infusorielle Gestalt; eingedrungen in ein vermittelndes Thier nehmen sie die Formen der Blasen- oder Dreh- oder Leberwürmer an — und erst wenn sie vom Raubthiere verschlungen und auf dem Verdauungswege in dessen Darm gekommen sind, bilden sie sich zu der Form aus, welche ihre Mutter hatte und sie reif und fähig macht, wieder Eier zu entwickeln. — So sind die Blasenwürmer in der Leber von Ratten und Mäusen nichts Anderes, als unvollkommene Bandwürmer der Katzen, die Würmchen in der Lufthöhle der Stichlinge nur Uebergangsstufen der Bandwürmer von Seemöven und Tauchern — der Blasenwurm der Hasen und Kaninchen, der Drehwurm der Schafe werden im Darmcanale der Hunde zu Bandwürmern. — Hier war also der ungleiche Ernährungsboden, auf dem sie sich zeitweise befanden, die Ursache der so bedeutend wechselnden Gestalt.

Alles hier Angeführte sollte zur Anschaulichkeit des Satzes dienen, daß jede Gestaltenschöpfung in der Natur nur die natürliche Folge des Zusammenwirkens von Stoff und Kraft ist, daß zwischen Stoffcombination und Form eine bestimmte, unabänderliche Nothwendigkeit herrscht; es ist diese eine von den all-

gemeinen Anschauungen der neueren Naturwissenschaft, von jenen zu grundsätzlichen Voraussetzungen gewordenen Einsichten des Naturlebens, deren Darstellung zum Inhalte dieser Briefe gemacht ist.

Wir haben erkannt, daß Stoff nichts Anderes, als die Aeußerung zusammenwirkender Kräfte, daß Gestalt nichts weiter, als die Erscheinung einer bestimmten Stoffcombination ist. Am Stoffe werden aber auch noch Eigenschaften erkannt, welche ebenfalls einem Gesetze unterworfen sein müssen. Hierüber hat die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre die interessantesten Aufklärungen gewährt und allgemeine Gesetze der Körperwelt auszusprechen vermocht, welche die Erscheinungen im Großen nicht nur erklären und den Horizont der Naturbetrachtung erweitern helfen, sondern auch die erfolgreichsten Anwendungen im praktischen Leben der Menschen gefunden haben.

Es wurde schon in diesem Briefe von Schwere des Stoffes, von seiner Cohäsion, seiner Anziehungskraft und Wirkungsweite gesprochen. Diese und andere Eigenschaften sind es, welche die Wissenschaft als Ausdrucksweisen verschiedener Naturgesetze anerkennen lernte. Lassen Sie uns die hervorragendsten Eigenschaften des raumerfüllenden Stoffes und seiner Combinationen, soweit sie Erkenntnißresultate der neueren Wissenschaft sind und dem Zwecke dieses Buches entsprechen, als solche betrachten, welche dazu führten, die allgemeinen Grundsätze naturwissenschaftlicher Anschauung und Folgerung zu vermehren. Dahin gehören: 1) die Elementarstoffe und ihre Eigenschaften, 2) das specifische Gewicht, 3) die chemische Kraft der Stoffe und ihre Combinationsgesetze, 4) der Aggregatzustand und die Porosität der Körper, 5) ihr Verhalten bei Wärme und Kälte und ihr Cohäsionszustand, 6) ihre physikalischen Bewegungsgesetze, 7) ihr Verhalten unter dem Einflusse der Lebenskraft.

Es ist eine, jedem denkenden Menschen unwillkürlich sich aufdrängende Frage beim Anblick eines ihm unbekannten Körpers: „woraus besteht derselbe?“ und an deren Beantwortung knüpfen sich dann freiwillig die Prüfungen des Körpers, wie derselbe sich verhält, wenn man ihn mit andern Körpern zusammenbringt, und welches die Ursachen der dabei bemerkbaren Veränderungen sind? Aus diesen Fragen erwuchs die ganze Wissenschaft der Chemie, welche gerade in unsern Tagen die nützlichste Anwendung von ihren Erfahrungen und Lehren zu machen wußte, während das vorige Jahrhundert, unbekannt mit den Eigenschaften der Stoffe, es zur Geheimnißkrämerei, zu Täuschung und todtem Wissen brachte. Die ungetrübte, erfahrungsmäßige Bekanntschaft mit den Stoffeigenschaften, den darin wirkenden Kräften und den darin waltenden Gesetzen, ist eben das Resultat und der Charakter der Neuzeit in den Naturwissenschaften.

Die alte Wissenschaft redete viel von Elementen und Elementarkräften, aber in einer so dunkeln Weise, daß sie nur der Einbildungskraft eines Alchymisten verständlich waren. Aus den frühesten Zeiten hatte sich die Lehre von vier Elementen fortgeerbt, welche als Erde, Luft, Wasser und Feuer, eine große Rolle bei den bis in das letzte Jahrhundert reichenden mysteriösen Erklärungen der Naturkräfte spielten. Die neuere Wissenschaft betrachtet diese, nicht mit großem Respect behandelten Factoren der Erscheinungswelt nur als Symbole von den verschiedenen Zustandsformen der Körper und von der gewaltigen Kraft, welche sich in ihnen offenbart; feste, flüssige und luftförmige Stoffe bilden die Erscheinungswelt; aus Erde, Wasser und Luft, als den am meisten verbreiteten Naturkörpern, glaubte man dieselben entstanden, während man die Kräfte und geistigen Gewalten, welche in den Körpern thätig sind, in der Feuererscheinung gefunden zu haben glaubte.

In der Auffindung und dem richtigen Verständnisse der

Elemente hat die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre Bedeutendes geleistet. Die gründliche Erschließung der elementaren Bausteine der Natur öffnete zugleich die geheimste Planmäßigkeit der Schöpfung; der Begriff von Element ist ein ganz anderer geworden im Vergleiche mit früheren Erklärungsweisen, die Zahl der Elemente hat sich von Jahr zu Jahr durch Entdeckung neuer vergrößert, und während das vorige Jahrhundert nur noch wenige kannte, zählen wir heute schon vierundsechzig. — Was ist aber ein Element im Sinne der gegenwärtigen Wissenschaft?

Versinnlichen wir uns die Beantwortung dieser Frage durch ein praktisches Beispiel. — Hier liegt ein alter Knochen auf unserem Wege — nehmen wir ihn auf, er kann uns durch sein Verhalten auf unsere Frage Antwort geben — das ist gerade der rechte Weg der Naturforschung, daß sie an den Körpern selbst, unmittelbar, ohne speculatives Denken, forscht und das gerade ist der Fortschritt der Wissenschaft, daß jeder, scheinbar geringfügige und am Wege liegende Körper uns große Naturgesetze zu enthüllen vermag. Stellen wir mit diesem alten Knochen nach der heutigen Methode einige Versuche an. — Wir sägen ihn in mehre Stücken, um mit jedem ein besonderes Experiment zu machen. Das eine Stück kochen wir in Wasser oder Wasserdampf, das andere verbrennen wir auf Kohlenfeuer, das dritte erhitzen wir in einem festzugedeckten Topfe, das vierte Stück werfen wir in Salzsäure. Wie verhält sich der Knochen in diesen verschiedenen Zuständen? Er antwortet uns selbst darauf; das im Wasser oder Wasserdampfe gekochte Stück wird leichter an Gewicht, es verliert seine weiße Farbe nicht, wird vielleicht noch etwas weißer, aber das Wasser enthält einen aufgelösten Stoff, welchen wir als Leim erkennen; das auf Kohlenfeuer verbrannte Stück wird bedeutend leichter, weißer und lockerer, und da es unverbrennlich ist, so muß es ein Mineral, eine Erde sein, die sich dann auch als

Knochenerde darstellt. Das im bedeckten Topfe trocken erhitzte Stück wird ebenfalls leichter, aber schwarz, wie Kohle, während das in Salzsäure gelegte Stück ganz durchscheinend und von knorpeliger Beschaffenheit wird. Betrachten wir nun einmal das Verhalten des Leimes, um Aufschluß darüber zu bekommen, warum der Knochen im Topfe schwarz, in der Salzsäure knorpelig, in Wasserdampf leichter wird? — Im heißen Wasser löst sich der Leim auf, im verdeckten Topfe verkohlt er, und färbt den Knochen schwarz (Knochenkohle), in der Salzsäure blieb er allein übrig, während die Knochenerde verschwand. Daraus folgt, daß Leim nicht in Salzsäure, wohl aber in heißem Wasser auflöslich ist, daß Knochenerde nicht im Feuer verbrennt, aber von Salzsäure aufgelöst wird. Wir kennen also schon die näheren Bestandtheile des Knochens und ihre Eigenschaften — Knochenerde und Leim. — Beide aber sind noch zusammengesetzt, sie können noch in Bestandtheile verschiedener Art getrennt werden — die Knochenerde in Kalk (Calcium) und Phosphorsäure und letztere wieder in Phosphor und Sauerstoff — der Leim in Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff. — Diese Stoffe: Calcium, Phosphor-, Sauer-, Kohlen-, Wasser- und Stickstoff, lassen sich nicht mehr scheiden, sie sind unzerlegbare, einfache Stoffe der Natur — Elemente in der Ausdrucksweise der Chemie. — Scheiden wir die schöne rothe Zinnoberfarbe in ihre Bestandtheile, so gewinnen wir Schwefel und Quecksilber, welche ebenfalls nicht weiter zu zerlegen, also Elemente, Grundstoffe sind. Das hier angegebene Verfahren nennt man die analytische Chemie, oder Scheidekunst, und sie ist recht eigentlich eine Wissenschaft der Neuzeit.

Nun könnte aber Zweifel entstehen, daß die genannten Grundstoffe wirklich jene zusammengesetzten Körper gebildet haben und es wäre möglich, daß sie nur ein Product der Einflüsse seien — auch hierauf ist die neuere Naturwissenschaft vorbereitet, um genügende Antwort zu geben. Alle nicht orga-

nischen Körper, welche nicht, wie Pflanzen und Thiere, ihre Stoffcombination und damit ihre Gestalt einer bevormundenden Lebenskraft verdanken, (über die später die genügenden Aufschlüsse gegeben werden sollen) vermag die Wissenschaft wiederum aus den aufgefundenen Elementen zusammenzusetzen. — So die Knochenerde und der Zinnober, nicht aber der Leim, als Product thierischer Lebenskraft. Mischen wir Calcium und Phosphorsäure, so haben wir Knochenerde (phosphorsauren Kalk), schmelzen wir Schwefel und Quecksilber zusammen, so erhalten wir den Zinnober — wir können aber aus Sauer-, Wasser-, Kohlen- und Stickstoff keinen Leim machen. Die zusammensetzende oder synthetische Chemie erstreckt sich also nur auf die unorganischen Naturkörper, die auch in ihrer Elementarverbindung einem einfacheren Gesetze folgen, als die organischen, die in ihren Combinationen durch die Lebenskraft bevormundet werden. Die Wissenschaft hat aber die Gesetze der Elementarverbindung in beiden Gruppen von Naturkörpern erkannt und den Lehrsatz über jeglichen Zweifel erhoben, daß alle unorganischen Körper immer binär, d, h. zu zweien — die organischen aber ternär oder quaternär, zu dreien oder vieren verbunden sind.

In der unorganischen Natur können sich immer nur zwei Elemente zu einem Körper und dieser wieder mit einem aus zwei gebildeten Grundstoffen hervorgegangenen Körper vereinigen — z. B. Kohle und Sauerstoff zu Kohlensäure — Stickstoff und Wasserstoff zu Ammonium — Kohlensäure und Ammonium zu kohlensaurem Ammonium. — Dieses Gesetz ist durchgreifend und erleidet keine einzige Ausnahme — alle diese binären Stoffcombinationen vermag die Chemie darzustellen, sie hat gelernt, nach diesem Gesetze viele neue Körper zu gestalten, welche die Natur nicht fertig geliefert hat.

In der organischen Natur treffen wir solche einfache Zahlenverhältnisse nicht an — drei und vier Grundstoffe ver-

einigen sich auf das Mannichfaltigste und in Bruchtheilen, um Holz, Gummi, Leim, Fett, Fleisch, Eiweiß darzustellen und hier hat die synthetische Chemie ihre Grenze gefunden. — Niemand kann, obgleich er Holz, Fett, Zucker 2c. in Kohlen-, Sauer- und Wasserstoff zu zerlegen vermag, von diesen Elementen dieselben Körper wieder herstellen, das hat sich der Schöpfer selbst vorbehalten, indem er die Lebenskraft beauftragte, die chemischen und physikalischen Processe zu bevormunden und ihrem Bildungstriebe dienstbar zu machen. —

Die neuere Wissenschaft hat dennoch nicht nur die Elemente der Naturkörper aufgefunden und ihre Zahl vermehrt, indem sie früher für einfache Stoffe gehaltene Körper als zusammengesetzte nachwies, sondern sie hat auch das allgemein gültige Gesetz der organischen und unorganischen Elementarverbindung völlig erkannt und anwendbar zu machen gewußt. — Dabei beharrte sie aber nicht, ihr praktischer Blick bemerkte auch die Eigenschaften dieser Elemente mit derselben Schärfe und Klarheit, wie ein gutes Auge die Eigenschaften großer, handgreiflicher Körper zu unterscheiden weiß. Diese Eigenschaften sind solche, welche entweder die Erscheinungsform oder die Thätigkeiten der Elemente betreffen. Man unterscheidet sie der Erscheinungsform nach in glänzende (Metalle), in nicht glänzende (Metalloide), in feste, flüssige und luftförmige, denn viele Grundstoffe können nur in Verbindung mit anderen eine feste Form annehmen, wie z. B. die luftförmigen Wasserstoff und Stickstoff als Ammonium, oder umgekehrt werden feste Elemente in Verbindnng mit anderen flüssig, wie z. B. der feste Schwefel und die feste Kohle in ihrer Vereinigung mit einander die flüssige, wasserklare und flüchtige Form des Schwefelkohlenstoffs annehmen. — Ursprünglich luftförmig sind aber die Elemente: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor — ursprünglich flüssig ist Brom, während Nichtmetalle, wie Kohle, Erde, Schwefel, Phosphor, Kiesel, Bor, Arsen 2c.

eine ursprünglich feste Form haben. Die Metalle sind sämmtlich feste Elementarkörper, doch in Hinsicht auf ihre Dichtigkeit, von welcher wieder ihre Schwere abhängig ist, unterscheidet man weniger dichte, also leichtere, als Calcium, Kalium Natrium, Alumium, Magnium, Strontium ꝛc., und dichtere, also schwerere, wie Mangan, Eisen, Kobalt, Kupfer, Wismuth, Blei, Zink, Antimon, Quecksilber, Silber, Gold, Platin. —

Was aber nun die Thätigkeiten der Elemente anbetrifft, so offenbaren sich dieselben nur dann, wenn sie mit anderen in Berührung kommen. An und für sich erleidet kein einfacher Grundstoff auch nur die geringste Veränderung, welche mit Aeußerung einer inwohnenden Thätigkeit (chemischen Kraft) verbunden wäre. Weder Licht, noch Electricität vermögen Einfluß auf ihn zu üben; er kann durch höhere Temperatur geschmolzen, in Dampf verwandelt werden, aber seine Eigenschaften verändern sich nicht, es offenbart sich keine der in ihm schlummernden Kräfte. — Eine für die Wissenschaft aber sehr bedeutungsvoll gewordene Eigenschaft der Elemente ist die eigenthümliche, specifische Schwere, die jedem Grundstoffe unveränderlich zukommt. Das Gewicht eines Körpers kann aber nur mit der Wage gefunden werden, und dieses einfache Instrument, welches in jedem Bürger- und Krämerhause seit Jahrhunderten schon ein unentbehrliches Geräth war, ist für die neuere Naturwissenschaft das Mittel der größten Entdeckungen und Aufschlüsse geworden, hat eine ganz neue Behandlungsweise der chemischen Forschung nothwendig gemacht und erst die Möglichkeit an die Hand gegeben, die wahre Zusammensetzung der Naturkörper zu erkennen. — Wol mag der Laie erstaunen, wenn er die Behauptung hört, daß die unbedeutend erscheinende Wage für den Chemiker ein ebenso sicherer Wegweiser im Gebiete der Elemente ist, wie der Compaß dem Seefahrer im unabsehbaren Raume der oceanischen Gewässer — aber die neuere Wissenschaft hat der Wage dieselbe Er-

weiterung des positiven Wissens zu danken, wie dem Mikroskope. Da ich diesen Hülfsinstrumenten der neueren Naturerkenntniß, durch deren Gebrauch und richtige Anwendung die Wissenschaft der letzten funfzig Jahre sich wesentlich vom überlieferten Glguben früherer Zeiten emancipirte, einen besonderen Brief widmen muß, so gehe ich nur kurz daran vorüber.

Was nennt die neuere Wissenschaft specifisches Gewicht eines Körpers?

Jedermann weiß und kann es allaugenblicklich erfahren, daß ein Kubikzoll Blei schwerer ist, als ein Kubikzoll Holz, daß ein Quartier Wasser schwerer als ein Quartier Spiritus ist, daß Metalle im Wasser untersinken, Eis auf dem Wasser schwimmt, wie Eisen auf Quecksilber. Es folgt daraus der ganz einfache Erfahrungssatz: Blei ist schwerer als Wasser und Holz, — — Wasser schwerer als Spiritus, Eis leichter als Wasser und Eisen leichter als Quecksilber. — Dieses Leichter und Schwerer bezieht sich aber immer auf gleiche Raumtheile (Volumina) der Körper, denn ich kann auf der Wagschale das Wasser mit dem Blei ins Gleichgewicht bringen, wenn ich um soviel Wasser mehr hinzuthue. — Nun hat sich durch Anwendung solcher rohen Erfahrungsresultate auf eine feinere Gewichtsprüfung der Körper herausgestellt, daß alle Elemente ein eigenthümliches, specifisches Gewicht unter allen Umständen haben, und daß ein zusammengesetzter Körper dadurch vor einem andern an Gewicht schwerer wird, indem Elemente mit specifisch schwerem Gewicht darin vorwalten. Jede Gewichtsbestimmung beruhet auf Vergleichung und um feste Zahlen dafür zu erhalten, mußte man eine Gewichtseinheit feststellen, um danach die Vergleichung zu machen. Die neuere Wissenschaft ist nun darin übereingekommen, das Gewicht des Wassers als Einheit zu betrachten. Da das specifische Gewicht die Dichtigkeit der Körper angiebt, (wie ja in einem Kubikzoll Blei allemal mehr Masse enthalten sein muß, als in einem

Kubikzoll Wasser, welches allemal leichter ist), so war es, bei dem veränderlichen Zustande des Wassers, das als Eis, Flüssigkeit oder Dampf auftreten kann, nothwendig, einen bestimmten Dichtezustand des Wassers als Norm anzuerkennen. Diesen hat man denn in Wasser von vier Graden Wärme gefunden, in welcher Temperatur nämlich das Wasser seinen äußersten Dichtigkeitszustand erreicht hat. Alles kältere Wasser wird leichter, also weniger dicht. — Alle festen und flüssigen Körper hat die neuere Naturwissenschaft nun mit Wasser verglichen, um das specifische Gewicht in Zahlen ausdrücken zu können. Ein Kubikzoll Wasser von angegebener Temperatur wiegt gerade hundert Gran und diese Zahl dient als Einheit und Vergleich. Wiegen wir nun auf eine Weise, wie ich es in der Folge bei Gelegenheit einer näheren Beschreibung der instrumentalen Hülfsmittel neuerer Wissenschaft angeben werde, alle anderen Körper in der Raumgröße eines Kubikzolles, so finden wir eine große Verschiedenheit, indem die dichteren Körper schwerer, die lockereren Körper leichter sind. So wiegt ein Kubikzoll Eis nur **90** — Spiritus **80** — Eisen aber **750** — Quecksilber **1350** Gran — es ist demgemäß das Eis um $\frac{1}{10}$ — der Spiritus um $\frac{1}{5}$ leichter — dagegen Eisen um $7\frac{1}{2}$ — und Quecksilber um $13\frac{1}{2}$ Mal schwerer als Wasser. —

Die Wissenschaft hat auf diesem Wege eine Gewichtstabelle von allen Körpern aufgestellt. So wiegt in Decimalzahlen (deren die Naturwissenschaft sich jetzt immer bedient) Platin **22,100** — Gold **19,325** — Blei **11,852** — Silber **10,474** — geschmiedetes Kupfer **8,878** — Stahl **7,816** — geschmiedetes Eisen **7,788** — Zink **7,037** — Diamant **3,52** — Basalt **2,66** — Schwefel **2,03** — Elfenbein **1,917** — Eichenholz **1,170** — Nußbaumholz **0,677** — Lindenholz **0,439** u. s. w.

Man wird nach dem Nutzen dieser Gewichtbestimmung fragen und sich vielleicht wundern, wenn die Naturwissenschaft den Vortheil sehr hoch anschlägt und darin für das praktische

Leben einen Gewinn erblickt. Dem ist aber in Wahrheit so, und der Arbeiter in edlen Metallen, der Spirituskäufer, der Seifensieder ziehen schon längst den praktischen Nutzen davon. Will uns Jemand Gold oder Silber im reinen Zustande verkaufen, so brauchen wir nur zu wiegen, ob ein Kubikzoll vom Golde 19 Mal schwerer als Wasser und Silber 10 Mal schwerer wiegt — ist das Gold leichter, so kann man gewiß sein, daß es mit Silber oder Kupfer versetzt ist, erweiset sich das Silber leichter, so ist Kupfer — erweiset es sich schwerer, so ist Blei dazwischen. — So läßt sich der ächte Diamant vom falschen an seiner specifischen Schwere erkennen, die 3½ Mal das Wasser übertreffen muß, so wird man in zweifelhaften Fällen die Holzarten am Gewicht unterscheiden, so wird der bessere, also wasserfreie Spiritus um so leichter, was man durch die Senkwage erkennt, während gute Syrupe, Laugen und Säuren um so schwerer sind, je mehr Gehalt sie haben. — Aus diesen wenigen Beispielen wird die Wichtigkeit der specifischen Gewichtsbestimmung genügend hervorleuchten.

Es wurde bereits angedeutet, daß ein einfaches Element an und für sich wirkungslos und unveränderlich ist. — Sobald dasselbe aber mit einem anderen oder mehren in Berührung gebracht wird, so erwachen blitzschnell eigenthümliche Kräfte in ihnen, welche die Elemente entweder anziehen und in ihren Eigenschaften verändern, oder abstoßen. — Man nennt diese Thätigkeiten chemische Kräfte, und da sie nur dann bemerkbar sind, sobald Elemente auf einander eine anziehende Wirkung äußern und mit größerer Anziehungskraft auch diese Kräfte mächtiger sind, so bezeichnete man sie als die chemische Verwandtschaft (Affinität) der Elemente. Gerade im Gebiete der chemischen Kräfte hat die neuere Naturwissenschaft einen unermeßlichen Fortschritt vor dem vergangenen Jahrhundert gewonnen, und eine früher geheimnißvoll gebliebene Welt von Naturgesetzen erschlossen, welche erst die rechte Aufklärung über

die Erscheinungen im Großen verbreitete. — Die chemische Kraft offenbart sich in einer größeren oder geringeren Verwandtschaft der Elemente zu einander, welche eine trägere oder leidenschaftlichere sein kann und sich durch Zustandsveränderungen, wie z. B. Temperaturerhöhung, zu steigern vermag. So erwacht oft in einem Element die Verwandtschaft zu einem andern durch Gegenwart eines dritten, das entweder in die Verbindung vermittelnd mit eintritt, oder auch ausgeschlossen und neutral bleibt, sobald es durch seine Gegenwart die beiden feindlichen oder gleichgültigen Elemente versöhnend oder anregend zu einander geführt hat. Auf diese Weise erkannte die Wissenschaft im Reiche der Elemente eine wunderbare Welt der Liebe und des Hasses, der Vermittlung, Feindschaft, Versöhnung, Sympathie und Leidenschaft. —

Wir sehen das Eisen in gewöhnlicher Lufttemperatur rosten, d. h. es verbindet sich mit Sauerstoff und Wasser — denn darin läßt sich der Rost zerlegen. Ein Stück Gold wird sich niemals mit Sauerstoff und Wasser verbinden, hat also nicht dieselbe Verwandtschaft dazu, wie das Eisen. — Die Vorstellungen, welche die neuere Naturwissenschaft von den chemischen Verwandtschaftsgesetzen gewonnen hat, bewähren sich durch Versuch und Praxis vollkommen und sind im Allgemeinen auf folgende Grundsätze zurückzuführen:

1) Alle einfachen Stoffe bestehen aus den kleinsten Theilen, Atomen, die in einem und demselben Elemente sich vollkommen gleich sind. In diesen Atomen schlummert die chemische Kraft, welche zu den Atomen anderer Elemente in Sympathie oder Feindschaft steht. Vereinigen sich zwei sich anziehende Atome zweier Elemente miteinander, so treten sie in die innigste Berührung, sie geben ihre besonderen Eigenschaften auf und bilden einen zusammengesetzten neuen Körper mit neuen Eigenschaften. Ein Atom Schwefel und ein Atom Quecksilber wird der rothe Zinnober. Je nach der Zahl der Atome, welche zusammentreten, wird der Körper groß. —

2) Die Anziehungskraft ist unter den Atomen der verschiedenen Elemente eine sehr ungleiche, hier stärkere, dort schwächere — aber diese Freundschaft und Gleichgültigkeit ist keine zufällige, launenhafte, sondern ewig bestimmte und gesetzmäßige und beruhet gerade auf dem Prinzipe der Ungleichheit. Je unähnlicher zwei Elemente sind, um so stärker ist die Anziehungskraft ihrer chemischen Verwandtschaft, analog den Sympathiestimmungen in der Menschenbrust; und wie oft in höherer Temperatur des Menschenlebens unsere Liebe und Sympathie für ein anderes Wesen erwacht, oder wir erst der vermittelnden Verwandtschaft einer dritten Person bedürfen, so erwacht auch in der Welt der Elemente hier oder da eine seither schlummernde Anziehung zum andern, wenn sie einer höheren Wärme ausgesetzt sind oder ein drittes Element hinzutritt. — Eisen in der Glühhitze erwacht zu einem höheren Grade der Verwandtschaft zum Sauerstoff und verändert sich dabei in sogenannten Hammerschlag, Schwefelsäure verändert Lagerung und chemische Eigenschaften der Atome im Stärkemehl und verwandelt dasselbe in Zucker, ohne daß die Schwefelsäure ein Atom in diese Combination mit abgiebt. Mischen wir Schwefel und Quecksilber zusammen, dann entsteht durch die Atomenverbindung beider Elemente der rothe Zinnober — bringen wir aber Eisen zwischen den erwärmten Zinnober, so lassen alle Schwefelatome die Quecksilberatome los und verbinden sich in leidenschaftlicher Anziehung mit dem Eisen, stellen einen neuen Körper, Schwefeleisen, dar, während das Quecksilber abgestoßen und ausgeschieden wird. Hier zeigt sich also, daß der Schwefel eine weit stärkere Verwandtschaft zum Eisen, als zum Quecksilber hat; der bessere, liebere Freund braucht nur zu nahen und die schwächere Sympathie zum andern erlischt sogleich. — So dauert in dem von Liebe und Haß regierten Reiche der Elemente die einmal geschlossene Verbindung so lange, bis äußere Einflüsse dieselben wieder aufheben. Eine Trennung bezeichnet die Sprache mit dem Worte Zersetzung.

Es gibt aber auch Verbindungen so lockerer, schwächlicher Art, daß es gar nicht einmal des Herannahens eines Elementes bedarf, das für den einen oder anderen Bestandtheil eine stärkere Freundschaft besitzt — es genügt bei manchen Combinationen schon eine höhere oder geringere Temperatur, sogar nur eine Erschütterung, um die bindende Anziehung sofort aufzuheben. — So haben sich z. B. 1 Atom Kohle, 4 Atome Stickstoff und 2 Atome Sauerstoff mit Quecksilberoxyd zu sogenanntem Knallsilber nur so locker verbunden, daß ein Schlag hinreicht, um alle Elemente wieder auseinander zu sprengen. Dieses Experiment ist bei jedem Zündhütchen zu machen. — Der electrische Strom hat die Wirkung, alle chemischen Verbindungen zu zersetzen.

3) Die Elemente an sich können nicht vernichtet werden; sie sind ewig. Ihre Zersetzung ist nur Aufhebung ihrer zeitweisen Verbindung miteinander; dasselbe Atom Kohlenstoff, welches jetzt in dem verbrennenden Holze seine organische Verbindung mit Sauer- und Wasserstoff aufgiebt und in die Luft zurückkehrt, hat vielleicht schon vor tausend Jahren einem Baume, Thiere oder Menschen angehört und seine Gewebe mit darstellen helfen. —

4) Die chemischen Verbindungsgesetze, ein erfolgreiches Resultat unserer neueren Wissenschaft, gehen nach festen Zahlenverhältnissen vor sich. Nicht nur verbinden sich, wie bereits früher bemerkt ist, alle unorganischen Körper nur in je zwei und zwei Elementen, und die organischen Elemente zu complicirteren drei, vier, selbst fünf Elementen — sondern auch die Zahl der Atome von jedem Elemente ist maßgebend für die Gestalt und Eigenschaften des daraus hervorgehenden neuen Körpers. So kann sich ein Atom Schwefel nicht nur mit 1, sondern 2—3 Atomen Sauerstoff verbinden und dadurch den Körper, den beide Elemente darstellen, gänzlich verändern. Ein Atom mehr oder weniger in einer Verbindung veranlaßt schon einen ganz neuen Körper — eine Umlagerung ganz gleicher Atome hat, wie

wir bereits mittheilten, eine ganz neue Form und Eigenschaft zur Folge. — Setzt die Natur zu den 3 Atomen Sauerstoff 2 Atomen Wasserstoff und 4 Atomen Kohlenstoff, woraus die Bernsteinsäure besteht, noch ein einziges Atom Sauerstoff hinzu, so ist das Product Aepfelsäure geworden. Die neuere Naturwissenschaft hat diese Zahlenverhältnisse genau erkannt und bereits ganz tabellarisch zu behandeln vermocht. — Zunächst unterscheidet sie der rascheren Uebersichtlichkeit wegen die sämmtlichen chemischen Verbindungen in drei Ordnungen. — Verbinden einfache Elemente sich mit einfachen Elementen, z. B. Stickstoff und Wasserstoff zu Ammonium, oder Kohlenstoff und Sauerstoff zu Kohlensäure — so ist dies eine Verbindung erster Ordnung. Verbinden sich aber zusammengesetzte Körper der ersten Ordnung miteinander, z. B. Ammonium mit Kohlensäure zu kohlensaurem Ammonium — dann nennt man diese eine Verbindung zweiter Ordnung. (Hierzu gehören die Salze.) Verbinden sich diese wieder zu Doppelsalzen, so heißen sie Verbindungen dritter Ordnung, wie z. B. das Kalialaun. — Die 64 chemischen Elemente verhalten sich gleichsam wie die 24 Buchstaben des Alphabets — aus Buchstaben werden Sylben — (Verbindungen erster Ordnung) aus Sylben werden Wörter (Verbindungen zweiter Ordnung) aus Wörtern werden Doppelwörter (Verbindungen dritter Ordnung). — Die neuere Wissenschaft hat eine besondere Bezeichnungsweise der chemischen Verbindungen angenommen, die ungemein übersichtlich ist und zugleich die Atomenmenge von jedem Elemente zusammengesetzter Körper angiebt. Man nehme von dem lateinischen Worte des Elementes den Anfangsbuchstaben — um damit das Element zu bezeichnen. So heißen Carbon = Kohlenstoff, Oxygen = Sauerstoff, Hydrogen = Wasserstoff, Nitrogen = Stickstoff, Sulphor = Schwefel, Hydrargyrum = Quecksilber, Plumbum = Blei, Kalium = Kali ꝛc. und man bezeichnet deshalb mit C. O. H. N. S. Hg. Pb. K. jene genannten

Elemente. Schreibt man SO. so heißt das: ein Atom Schwefel mit einem Atom Sauerstoff — SHg. heißt ein Atom Schwefel mit einem Atom Quecksilber. — Durch kleine Zahlen, welche diesen Buchstaben beigefügt werden, erfährt man die Anzahl der Atome, welche in die Verbindung mit eingegangen sind. So heißt: SO_2 ein Körper, der aus 1 Atom Schwefel und aus 2 Atomen Sauerstoff besteht — und den wir schweflige Säure nennen, während SO_3 Schwefelsäure heißt, aus 1 Atom Schwefel und 3 Atomen Sauerstoff zusammengesetzt.

Die wichtigste und für die ganze elementarische Behandlung der Naturkörper leitend gewordene Einsicht der Wissenschaft ist unstreitig die erkannte arithmetische Gesetzmäßigkeit in den Gewichtsverhältnissen der sich verbindenden Atome. Man hat nämlich gefunden, daß alle Elemente sich nur in ganz bestimmten Gewichtsverhältnissen mit dem Sauerstoff verbinden, und bei weiterer Untersuchung die Entdeckung gemacht, daß sie sich nicht nur mit dem Sauerstoffe, sondern auch untereinander nur in ganz bestimmten, in unveränderlichen Gewichtszahlen ausdrückbaren Quantitäten verbinden. Im Wasser vereinigen sich immer 1 Atom Sauerstoff mit 1 Atom Wasserstoff; da nun der Sauerstoff 100 wiegt, der Wasserstoff aber $12\frac{1}{2}$, so müssen beide Atome als Wasser immer $112\frac{1}{2}$ Gewichtstheile geben. — Mögen wir das Wasser finden, wo wir wollen, immer ist die Quantität der Atome dieselbe — wollen wir Wasser chemisch bereiten und verbrennen wir Wasserstoff in Sauerstoff, so verbinden sich jederzeit und unter allen Umständen $12\frac{1}{2}$ Gewichtstheile Wasserstoff mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff und geben das Gesammtgewicht von $112\frac{1}{2}$ — mögen es nun Gran, Loth oder Pfunde sein. Würden wir statt $12\frac{1}{2}$ Gewichtstheile 13 nehmen, so würden sich nur $112\frac{1}{2}$ Gewichtstheile Wasser bilden, und 1 Theil Wasserstoff übrig bleiben. — Wollen wir Kalk brennen, so verbinden sich immer nur

250 Gran, Loth 2c. Calcium mit 100 Gran Loth 2c. Sauerstoff — bei Bereitung der Schwefelsäure gehen mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff immer 200 Gewichtstheile Schwefel eine atomische Verbindung ein. —

Man hat diese Zahlenverhältnisse der Elemente zum Sauerstoff „Aequivalente" genannt und bezeichnet die Quantitätszahlen der Elemente untereinander als Mischungsgewichte. Sie sind Eigenthum der neueren Wissenschaft und haben nicht allein der Chemie, sondern auch dem Fabrikwesen und der gewerblichen Technik überhaupt großen Nutzen geleistet. Eine Tabelle der am meisten vorkommenden Elemente mit ihren gebräuchlichen Buchstabenbezeichnungen und Mischungs-Zahlenverhältnisse dürfte hier einen Platz finden.

Mit 100 Loth Sauerstoff (O.) verbinden sich:

Wasserstoff	(H.)	12½	Loth.	Aluminium	(Al.)	171	Loth.
Stickstoff	(N.)	175	„	Eisen	(Fa.)	350	„
Kohlenstoff	(C.)	75	„	Mangan	(Mn.)	345	„
Schwefel	(S.)	200	„	Kobalt	(Co.)	369	„
Phosphor	(P.)	400	„	Nickel	(Ni.)	369	„
Chlor	(Cl.)	443	„	Zinn	(Sn.)	735	„
Brom	(Br.)	1000	„	Zink	(Zn.)	407	„
Jod	(J.)	1586	„	Blei	(Pb.)	1295	„
Bor	(B.)	136	„	Wismuth	(Bi.)	1330	„
Cyan	(Cy.)	325	„	Kupfer	(Cu.)	396	„
Kiesel	(Si.)	277	„	Silber	(Ag.)	1350	„
Natrium	(Na.)	290	„	Quecksilber	(Hg.)	1250	„
Kalium	(K.)	489	„	Platin	(Pt.)	1232	„
Ammonium	(NH. 4)	225	„	Gold	(Au.)	2458	„
Calcium	(Ca.)	250	„	Arsenik	(As.)	939	„
Barium	(Ba.)	855	„	Antimonium	(Sb.)	1613	„
Magnesium	(Mg.)	155	„	Chrom	(Cr.)	329	„

Der Vortheil dieser Aequivalenttabelle für das praktische Leben liegt so offenbar zu Tage, daß es kaum der Beweisführung durch Beispiele bedarf. Habe ich 200 Loth Schwefel, und will ich daraus Zinnober bereiten und wissen, wie viel Quecksilber ich nöthig habe, um nicht zu viel oder wenig zu

kaufen, so schlage ich obige Tabelle nach und finde 1250 Loth Quecksilber angegeben — das ist das richtige Gewicht, welches sich mit den 200 Loth Schwefel verbindet und ich erhalte dann 1450 Loth Zinnober. Will man aus diesem Farbestoffe das Quecksilber wieder gewinnen, um es zu anderen Zwecken zu verwenden, dann brauche ich nur das zum Schwefel in stärkerer Verwandtschaft stehende Eisen zu nehmen, und zwar auf die 200 Loth Schwefel genau 350 Loth Eisen; diese werden alle Schwefelatome an sich reißen und damit 550 Loth Schwefeleisen bilden, während sämmtliche 1250 Loth Quecksilber ausgestoßen und frei werden. —

Ganz dieselbe Gesetzmäßigkeit gilt auch bei denjenigen Körpern, welche als chemische Verbindung zweiter und dritter Ordnung bezeichnet werden. Jedes Brausepulver, das ich mische, muß dieses Gesetz der Aequivalente erfüllen, denn wenn die laugenhaften Eigenschaften des kohlensauren Natron und die sauern Eigenschaften der Weinsteinsäure völlig neutralisirt sind, so ist das ein Beweis, daß auf keiner Seite etwas übrig geblieben ist, was sich nicht mit verbinden konnte, weil auf der anderen Seite Mangel war. — Um die Gewichtsverhältnisse in Salzen, Doppelsalzen, überhaupt in Verbindungen zweiter und dritter Ordnung zu finden, braucht man nur die Aequivalentzahlen ihrer Bestandtheile zu addiren. So ist Kreide z. B. eine Verbindung von kohlensaurer Kalkerde. Die neuere Chemie schreibt das folgendermaßen: CaO, CO_2. — Das heißt: Calcium 1 Atom und Oxygen 1 Atom, verbunden mit Carbon 1 Atom und Oxygen 2 Atome. — Nun verbindet sich aber nach vorstehender Tabelle 1 Aequivalent Calcium mit 1 Aequivalent Sauerstoff im Verhältnisse von 250 mit 100 — die Kalkerde hat also ein Gewicht von 350. — Da nun die Kohlensäure aus einer Verbindung von 135 Aequivalent Kohle (= 75 —) und 2 Aequivalenten Sauerstoff (= 2 × 100 = 200) besteht, so wiegt sie 275. — Es verbinden sich also immer

350 Loth oder Gran Kalkerde mit 275 Loth oder Gran Kohlensäure.

Eine Thatsache in der Welt der Elemente scheint auf den ersten, oberflächlichen Blick dem durchgreifend genannten Gesetze der Mischungsgewichte zu widersprechen. Es gibt nämlich viele Elemente, welche fähig sind, sich mit gewissen anderen Elementen, wie z. B. Sauerstoff, Schwefel, Chlor ꝛc. in verschiedenen Gewichtsmengen zu verbinden. So geben 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Schwefel die sogenannte unterschweflige Säure, 1 Atom Schwefel und 2 Atome Sauerstoff die sogenannte schweflige Säure, und 1 Atom Schwefel mit 3 Atomen Sauerstoff erst die bekannte Schwefelsäure. Man nennt diese Verhältnisse, je nachdem sie mit Sauerstoff, Schwefel, oder Chlor stattfinden, Oxydationsstufen, oder Schwefelungs- oder Chlorstufen. Es hat die neuere Wissenschaft Oxydule, Sulfüre und Chlorüre, als erste Stufe, ferner Oxyde, Sulfide und Chloride, als zweite Stufe, und Superoxyde, Supersulfide und Superchloride als dritte Stufe der Verbindung. Aber diese Combinationsweisen sind nicht zufällig, sondern, wie die Sprossen einer Leiter, feststehend und in bestimmten Proportionen unter das allgemeine, chemische Combinationsgesetz gebracht. Obgleich die Mischungsmengen verschieden sind, so beruhen sie doch auf jeder Stufe auf unveränderlichen Zahlen, indem das Aufsteigen der Quantität immer genau das $1\frac{1}{2}$fache, das Doppelte, $2\frac{1}{2}$fache, dreifache oder $3\frac{1}{2}$fache der untersten Stufe beträgt, niemals aber das $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{3}{4}$fache u. s. w. Man kennt diese Proportionszahlen genau und so ist z. B. 1 Atom (d. h. 75 Gewichtstheile) Kohle mit 1 Atom (d. h. 100 Gewichtstheilen) Sauerstoff das Kohlenoxydgas, aber mit 2 Atomen Sauerstoff die Kohlensäure, während in der Mitte liegend 2 Atome Kohle mit 3 Atomen Sauerstoff die Oxalsäure darstellen, also in diesen Kohlenstoffverbindungen die Steigerung sich wie 1, $1\frac{1}{2}$, 2 verhält.

Eine ebenso wichtige Anwendungsweise hat die neuere Naturwissenschaft von der besseren Kenntniß der Aggregatzustände und der Porosität der Körper zu machen gewußt. Es bedarf keiner wissenschaftlichen Bildung, um feste, flüssige und luftförmige Körper von einander zu unterscheiden und diese Formunterschiede sind gerade die äußeren Erscheinungen der drei Aggregatzustände. Indessen hat es erst des Fortschritts der neueren Naturwissenschaft bedurft, um die physikalischen Bedingungen der genannten Zustände in ein helles Licht zu setzen. Jeder Körper hat ein größeres oder geringeres Streben, sich der Trennung seiner Theilchen, woraus er besteht, zu widersetzen, und dieses Widerstandsvermögen beruhet auf einer sogenannten Cohäsionskraft, die den einzelnen Theilchen eigen ist und durch eine gewisse Anziehung derselben den Zusammenhang erhält. Ein Stück Eis ist schwerer zu trennen, als Wasser zu theilen, und dies wieder schwerer, als Luft zu durchschneiden. Es müssen also die Theilchen im Eise weit fester zusammenhalten, als in der Luft, und doch können das dieselben Theilchen sein, denn Eis läßt sich in Wasser und dieses in luftförmigen Wasserdunst verwandeln. Es ist erkannt worden, daß diese feinsten Theilchen des Körpers ihre eigenthümliche Anziehungskraft nur in unmeßbar kleinen Entfernungen voneinander äußern können und dieselbe erlischt, sobald diese Theilchen über den engen Kreis ihrer Anziehung hinausbewegt sind. Nur bei flüssigen und luftförmigen Körpern können sich die Atome, eben weil sie leicht beweglich sind, schnell wieder in Zusammenhang versetzen.

Die wissenschaftliche Ansicht ist, daß die Theilchen eines Stoffes verschiedenartig aneinander gelagert sind, wodurch gerade ihre spröden, zähen, harten, weichen, dick- oder dünnflüssigen Eigenschaften hervorgebracht werden, dagegen vermag Wärme den Zusammenhang zu lockern, die Theilchen weiter voneinander zu entfernen, den Körper dadurch auszu-

dehnen oder aus einem festeren in einen flüssigeren zu verwandeln.

Die Wärme ist als ein auf den Aggregatzustand der Körper bedeutsamer Einfluß erkannt worden, denn mit Zu- oder Abnahme derselben ändert sich die Cohäsion und Lagerung der feinen Theilchen und die Erscheinungsform wird eine andere. Die Cohäsionskraft wird durch Wärme und Auflösung geschwächt, durch Abkühlung gesteigert, und wir sehen schon am Gefrieren und Aufthauen unserer Gewässer, welche Veränderungen allein die Temperatur zu verursachen vermag. Sie dehnt als Wärme alle Körper aus und sie verdichtet als Kälte dieselben wieder; das geschieht aber nur, indem die Atome voneinander entfernt oder genähert werden. Die Wärme ist deshalb eine Feindin der Cohäsionskraft, und ihre wissenschaftliche Erforschung gehört den Erkenntnißfortschritten dieses Jahrhunderts an. Indem sie die Atome räumlich voneinander entfernt, hebt sie deren innige Berührung auf, bringt sie mehr und mehr aus dem Kreise ihrer Anziehungskraft und macht sie lockerer, wodurch ihr Raumumfang zunimmt oder der feste Körper schmilzt, flüssig wird, der flüssige aber verdunstet. Dazu bedarf jeder Körper seines besonderen Grades von Wärme, der die jedesmalige Cohäsion zu überwinden vermag, den man bei festen den Schmelzpunkt nennt und den Metallarbeiter, Hüttenoffizianten kennen müssen. Während Quecksilber schon bei 40 Graden Kälte (unter 0 Grad des Celsius-Thermometer) schmilzt, hat Blei 300, Silber über 1000 Grad Hitze (über 0 Grad) nöthig, und von Kohle kennt man den Schmelzpunkt heute noch nicht, da sie in allen jetzt möglich zu machenden Hitzegraden nicht schmilzt.

Eine neuere Anschauung ist diejenige von einer gebundenen (latenten) und einer freien (fühlbaren) Wärme, Ausdrucksweisen, welche, ohne das Wesen der Wärme selbst näher zu definiren, in der wissenschaftlichen Sprache gebräuchlich sind.

In früheren Zeiten wurde die Wärme schlechtweg eine Kraft genannt und philosophisch zu erklären gesucht, dann nahm man gewisse unwiegsame, äußerst feine Stoffe an, welche als „Imponderabilien“ in die Lücken des erfahrungsmäßigen Wissens geschoben wurden, und man redete von einem Wärmestoff ebenso, wie von einem Lichtstoffe, obgleich ihn Niemand gesehen oder in seiner vornehmsten Körpereigenschaft, der Schwere, kennen gelernt hatte. Die Fähigkeit verschiedener Körper, eine gewisse Wärme-Capacität zu besitzen, d. h. eine größere oder geringere Menge von Wärme nöthig zu haben, um eine bestimmte Temperatur anzunehmen, ferner das verschiedene Wärmeleitungsvermögen der Körper, demzufolge sie bald schwerer, bald leichter ihre eigene Wärme auf andere übertragen, gaben zu der Ansicht von einem Wärmestoffe Veranlassung, welcher als unwiegbar sein, sich chemisch mit den wägbaren Körperatomen verbinden sollte. Die neuere Wissenschaft nahm aber Anstoß, diese Erklärungsweise in die neueste Zeit mit hinüber zu nehmen, da sie nicht alle Erscheinungen der Wärme zu erklären vermochte, namentlich die der Wärmestrahlung und der Wärmeerzeugung durch Reiben zweier Körper aneinander.

Die neuere Naturwissenschaft hat sich deshalb in ihren hervorragendsten Vertretern dahin geeinigt, die Ansicht von einem Wärmestoffe gänzlich fallen zu lassen und eine Action, eine Thätigkeit in den wägbaren Atomen anzunehmen, welche, ähnlich dem Lichte, oder der weit gröberen Schallschwingung, die feinsten Körpertheilchen in eine eigenthümliche Vibrationsbewegung versetzt. Reibung, oder chemische Kräfte, oder Wärmestrahlung und Uebertragung, oder Verdichtung der Körper rufen diese Schwingungen der feinsten Theilchen hervor, welche wir als Wärme wahrnehmen. Aus dieser Anschauung erklären sich ungezwungen manche, sonst fraglich gebliebene Wärmephänomene, indem vibrirende Atome ihre feine Bewegung durch den Raum fortsetzen, also Wärme ausstrahlen,

sowie andere Körper in gleiche Schwingungen mitversetzen, also Wärme übertragen können; ferner erklärt man daraus, wie lockerere Körper ein stärkeres Wärmeeinsaugungs- und Ausstrahlungsvermögen haben, als dichtere, weil die lockerer gelagerten Atome leichter in Vibration gerathen können, warum Körper mit glatten Oberflächen die Wärmestrahlen zurückwerfen und zwar, wie beim Lichte, in gleichem Einfalls- und Reflectionswinkel, warum die Körper Wärme durch sich hindurch zu leiten fähig sind, indem Wärmestrahlen als lineare Vibrationsbewegungen, durch ihre Masse fortziehen, und so ist man der Ansicht geworden, daß Temperatursteigerung eines Körpers nur die Wirkung einer stärkeren Oscillation der Atome ist, wobei Ausdehnung stattfindet, indem stark schwingende Atome einen größeren Raum einnehmen.

Was deshalb latente und freie Wärme genannt wird, ist nur Ruhen oder Schwingen der Atome. Es ist eine Thatsache, daß bei jeder Verdunstung Kälte eintritt, also Wärme latent, oder gebunden wird, während jede Körperverdichtung von Wärmeentwicklung oder Freiwerden derselben begleitet ist. Man kann bei allen langsam verdunstenden oder im Kochen befindlichen Flüssigkeiten die Abnahme der Wärme mit einem Thermometer sehr leicht beweisen, obgleich immer noch Wärme durch Feuer zugeleitet wird. Bringt man z. B. gleichgroße Gewichtsmengen Wasser und Schnee, jede von 0 Grad Celsius, auf ein und dasselbe Feuer, so wird, wenn der Schnee eben geschmolzen ist, das vorhin gleichkalte Wasser bereits eine Temperatur von 75 Grad Wärme haben; da aber während dieser Zeit auch zum Schnee dieselbe Wärmemenge gekommen ist, aber derselbe jetzt noch 0 Grad zeigt, so sind jene 75 Grade vom Schnee verschluckt, an seine Masse gebunden, um schmelzen zu können. Ein ähnliches Gebundenwerden findet bei der Verdunstung und Verdampfung statt und das Naturgesetz, nach welchem alle Körper beim Uebergange aus einem dichten in

einen dünneren Zustand an Wärme verlieren und beim Verdichten an Wärme zunehmen, ist eine unzweifelhafte Thatsache. Wie sich dieselbe aber mit der Vibrationstheorie vereinigen läßt, bedarf immer noch einer helleren Aufklärung, weshalb unsere Chemiker meistens an der älteren Erklärungsweise hangen bleiben, indem sie sagen, das Schmelzen, Verdampfen und Verdunsten geschehe, indem Wärme sich chemisch mit den Atomen verbinde und unfühlbar werde, gleichwie Säure, in chemischer Verbindung mit einem Alkali zum Salze, ebenfalls als Säure verschwindet.

Es ist im Charakter der neueren Naturwissenschaft, die mannigfaltigsten Erscheinungen durch höchst einfache Ursachen zu erklären, und darin liegt gerade ihr großer Fortschritt. Je näher der Wahrheit, um so einfacher erscheint sie. Diesen Grundsatz können wir z. B. an der Porosität der Körper bestätigt finden. — Bekanntlich heißt ein Körper porös, wenn zwischen den feinen Theilchen seiner Masse noch Zwischenräume übrig bleiben, wodurch ja eben seine Dichtigkeit und Lockerheit, seine feste oder flüssige Form, seine Elasticität oder Sprödigkeit, sowie sein specifisches Gewicht bedingt werden. Ein Beispiel sehr grober, in die Augen fallender Porosität ist der Badeschwamm, dagegen Glas gar keine Poren hat. Wenn Flüssigkeiten durch Papier, Blasenhaut, Holz ꝛc. dringen, so geschieht das durch Vermittlung der Poren. Aber auch weniger porös erscheinende Körper, wie Eisen, Gold, haben ihre Poren, denn man vermag, durch starke Kraft Flüssigkeiten durch sie zu pressen. — Ein und derselbe Körper kann aber auch in verschiedenen Zuständen mehr oder weniger porös sein, wie z. B. Gußeisen poröser und deshalb auch specifisch leichter, als Schmiedeeisen erscheint, da letzteres dichter und von geringeren Raumlücken durchsetzt ist.

Die Körperporosität hat der neueren Wissenschaft ein weites Gebiet von Erscheinungen eröffnet, die von einer und der-

selben Ursache bedingt werden. Lassen Sie uns, um den Beweis zu führen, diese Erscheinungen in ihren bedeutenderen Gegenständen einmal überblicken, und wir werden auch hier, wie überall, auf die mannigfachsten nützlichen Anwendungen zu Gunsten des bürgerlichen Haushaltes geleitet und von dem Einflusse der neueren Naturwissenschaften auf das Menschenleben überzeugt werden.

Es ist Thatsache, daß alle elastisch-flüssigen Körper, wozu Luft gehört, die schlechtesten Wärmeleiter sind, indem sie empfangene Wärme anhalten und nicht durch sich fortstrahlen lassen. Da die Poren der Körper aber mit Luft gefüllt sind, so folgt daraus, daß starkporöse Körper auch immer die schlechtesten Wärmeleiter sein müssen. Das beweiset die Erfahrung täglich und die Menschen haben bereits ganz empirisch, ohne den Grund dafür zu kennen, zu ihren Schutzmitteln gegen Kälte nur poröse Körper gewählt. So nehmen sie ihre Körperbekleidung aus Haaren, Wolle, Seide, Leinwand, Baumwolle, sie bauen ihre Wohnungen aus Erde, Lehm, Holz, porösem Kalkstein, gebrannten porösen Mauer- und Sandsteinen. Eine Lehmwand, eine Kalktuff-Mauer, auf beiden Oberflächen mit glattem Kalk überzogen, damit die in den Poren enthaltene Luft nicht in Austausch mit der äußeren, kalten gerathen kann, verdanken ihre wärmeanhaltende Eigenschaft nur ihrer Porosität. Das Feuchtwerden mancher Mauerstellen ist nur die Folge von Wasserdünsten, welche von der wärmeren Innenfläche in die Poren eindringen und hier zu tropfbarer Flüssigkeit verdichtet werden, weil Steine in der Mauer liegen, welche die ganze Dicke derselben einnehmen, von Außen kalte Luft in ihre Poren eintreten lassen und den Wasserdampf zu Wasser verdichten.

Poröse Körper, die dem Circuliren der äußeren Luft mit der in ihren Poren enthaltenen ausgesetzt sind, werden dadurch sehr leicht zum Zerfallen gebracht. Die Feuchtigkeiten der

Atmosphäre dringen in die vieltausendfältigen Zwischenräume ein und veranlassen Auflösung und chemische Zersetzung der Bestandtheile. Darum schützt man auch im bürgerlichen Leben die Stoffe vor Verderbniß, indem man sie vor Luft und Feuchtigkeit schützt, oder sie durch Druck verdichtet, um ihre Poren zu verkleinern. Alles, was wir an Gestein und Felsmasse, an Holz oder Wandbekleidung mit Verwitterung bezeichnen, ist nur eine Wirkung der Poren. Die atmosphärische Luft, reich an Kohlensäure und Ammoniak, also an mächtigen, chemischen Elementen, ändert die Zusammensetzung der Körper, veranlaßt chemische Auflösungen und Stoffverwandlungen, die Feuchtigkeit, welche eingedrungen ist, gefriert im Winter zu Eis, das einen größeren Raum einnimmt, und treibt damit die härtesten Felsmassen von einander.

Alles, was der atmosphärischen Luft beigemengt ist als Riechstoffe, Färbstoffe, Ansteckungsstoffe, dringt mit ihr in die Poren der Körper ein. Poröse Stoffe, wie Kleider aus Haarwolle halten deshalb lange Zeit solche Gerüche und Contagien zurück, und der Flausrock eines Tabakrauchers verräth immer die stinkende Sorte des Tabaks. Diese Eigenschaft poröser Körper, Gerüche, Schmack- und Färbstoffe in sich festzuhalten, hat sie denn auch für das praktische Leben nützlich gemacht, man läutert schmutziges Wasser durch poröse Körper, wie Kohle — und ohne die poröse Knochenkohle würden unsere Rübenzuckerfabrikanten keinen farblosen, reinschmeckenden Zucker zu liefern im Stande sein. Indem man poröse trockene Körper, z. B. Holz in Felsenmassen einkeilt und sie nun mit Wasser begießt oder der feuchten Luft überläßt, welche die Poren mit Wasser füllt und auftreibt, spaltet man längst große Gesteine. Der Obelisk vor der Peterskirche zu Rom fand gleichfalls sein Mittel zur Aufrichtung in einer praktischen Benutzung der Porosität; die Entwässerung nasser Ackerflächen durch Drainage, d. h. Thonröhren, deren Poren die Feuchtigkeit aufsaugen und

im inneren Röhrenraume sammeln, beruhet auf Porosität; das Abkühlen von Getränken in irdenen Trinkgefäßen, wie es afrikanische Völker und auch wir in heißen Sommern thun, beruhet auf dem Eindringen der Feuchtigkeit in die Poren der Gefäßwand, auf deren äußerer Fläche die in den Poren verdichtete Flüssigkeit verdunstet und Kälte erzeugt, ebenso wie die Verdunstung unserer eigenen Hautausdünstung uns selbst in heißen Räumen abkühlt.

Nicht nur Flüssigkeiten, sondern auch Gasarten werden in den Körperporen verdichtet. Die Wissenschaft hat diese Thatsache schon längst dem praktischen Leben zu Gute kommen lassen. Die Döbereiner'schen Feuerzeuge und die Schnellessigfabrikation beweisen das. — Der Platinschwamm, ein sehr poröser Körper, verdichtet die atmosphärische Luft um mehr, als das Sechszigfache, und betrügen zum Beispiel sämmtliche Poren eines Stückes Platinschwammes in Summa den Rauminhalt von 1 Kubikzoll, so würde das Stück Platinschwamm über 60 Kubikzoll Luft in sich aufnehmen können. Dasselbe gilt bei den Gasarten, wie z. B. Wasserstoffgas — und da bei jeder Verdichtung Wärme entwickelt oder frei wird, so muß eine so bedeutende Verdichtung ohnehin leichtentzündlicher Gasarten, einen so hohen Temperaturgrad erregen, daß der Platinschwamm ins Glühen geräth und das Gas entflammt. Bei der Schnellessigfabrikation verdichtet sich der Dunst von Alkohol so mit dem Sauerstoff der in den Poren enthaltenen Luft, daß er sich sofort in Essigsäure verwandelt. Man bereitet den Weinessig heutiges Tages fabrikmäßig, indem man, von der Naturwissenschaft unterrichtet, ein hohes Faß fest ausfüllt mit ausgelaugten Holzspähnen, wie sie vom Hobel fallen. Wenn in einem warmen Raume, der mit zwei bis drei Theilen Wasser verdünnte und oben auf die Spähne gegebene Branntmwein nunlangsam durch dieselben sickert, so wird er, nach mehrmaligem Durchlaufen zu starkem Essig, indem durch die

über dem Abzapfloche im Fasse befindlichen Löcher Luft eintritt, die Poren zwischen den Spähnen füllt, sich hier verdichtet und dem Branntwein ihren Sauerstoff abgibt.

Hätte die Natur nicht die Porosität der Körper zu benutzen verstanden, so würden wir keinen natürlichen Salpeter finden und auch nicht im Stande sein, den Fingerzeig der Natur wiederum für Bereitung des künstlichen Salpeters zu benutzen. Jetzt, nachdem man in Ostindien die großen Erdlager von Salpeter aufgefunden hat, kommt dieser vorzugsweise in den Handel, weil daran die Productionskosten der künstlichen Fabrikation gespart werden, aber die Porosität spielt bei beiden Sorten die wichtigste Rolle. Man fabricirte den Salpeter (aus einer chemischen Combination von Kali (Pottasche) mit Salpetersäure bestehend) auf die Weise, daß man unter schützendem Regendache Wände aus Lehm, Kalk, Asche und Thierstoffen sehr locker aufschichtete, was man durch Vermengung mit Stroh und Einbohren von kleinen Löchern zu erreichen suchte, und sie von Zeit zu Zeit begoß, auflockerte und umarbeitete. Die Thierstoffe gehen dabei in Verwesung über, wobei sich Ammoniak bildet, deren chemische Bestandtheile sich in Salpetersäure umwandeln, welche sich dann mit den in den Wandschichten befindlichen Kali und Kalk zu Salpeter verbinden. Und gerade die Poren in diesen lockeren Wänden müssen die atmosphärische Luft verdichten und den Wasserstoff und Stickstoff, woraus das Ammoniak besteht, mit dem Sauerstoff in Verbindung bringen, um daraus Salpetersäure zu bilden. Die Natur hat einst bei Production der großen, ostindischen Salpeterlager ganz ebenso verfahren. Der Erdboden dort ist reich an pflanzlichen und thierischen Stoffen, welche durch die herrschende Wärme und feuchte Luft in Verwesung übergehen und dadurch gleichzeitig das Erdreich locker machen, so daß es oft schwammig angetroffen wird. Das gebildete Ammoniak verwandelt sich in diesen Poren in Salpetersäure und diese sucht die im

Boden liegenden Kali und Kalkerden auf, um Salpeter zu werden. — Entsteht doch ganz auf gleiche Weise der Salpeter in und an den feuchten Wänden unserer Viehställe, Retraiten 2c.

So ist es eine bekannte Erfahrung, daß in den Räumen, wo viele warme Schwefelbäder genommen werden, Gardinen- und Möbelüberzüge, Sophapolster und Bretterwände zerfressen werden. Das geschieht durch Schwefelsäure, welche in den porösen Geweben der Gardinen, Polster, Bretterverschläge 2c. sich erst bildet, indem das aus den warmen Bädern aufsteigende Schwefelwasserstoffgas in den Poren jener Stoffe verdichtet, mit der ebenfalls verdichteten atmosphärischen Luft in engste Berührung gebracht wird und Sauerstoff aufnimmt, woraus Schwefelsäure entsteht. —

Die Porosität ist die einzige Vermittlung zur Erweckung galvanischer Kräfte, bei Trog- und Becherapparaten, bei Galvanoplastik 2c.; hier müssen poröse Thoncylinder oder Blasenhaut oder poröses Leder die Vermittlung zweier aufeinander wirkenden Flüssigkeiten übernehmen — die Porosität ist die wichtige und für Erklärung vieler organischen Lebensprocesse und Bewegungen so bedeutsamen Ursache der physikalischen Akte, welche man Endosmose und Exosmose genannt hat, wobei zwei heterogene, ungleich dichte Flüssigkeiten, durch eine thierische Haut getrennt, sich gegenseitig auszugleichen und auszutauschen streben. Diese von Dutrochet gemachte Wahrnehmung wurde ein Licht in den so lange dunkel gebliebenen Gebieten der Stoffaufsaugung, Absonderung und Säftebewegung in den Geweben und Organen des Pflanzen- und Thierlebens — man weiß, daß kein Blut- oder Saftgefäß, keine lebende Pflanzenzelle offen ist, daß Ernährung, Absonderung, kurz jeglicher Stoffdurchtritt aus geschlossenen Räumen in andere geschlossene Räume einzig und allein durch Endosmose, also Porosität der thierischen Häute, geschieht.

Es ist bekannt, daß Aschen-, Steinkohlenhaufen, aufgeschich-

tete Futterkräuter sich selbst entzünden können; auch hier spielt die Porosität eine große Rolle, indem sie die atmosphärische Luft mehr als sechzig Mal verdichtet, den Sauerstoff auf enge Räume concentrirt und das brennbare Material ins Glühen oder Entflammen bringt. Bei den halbtrockenen Futterkräutern ist es das bei der entstehenden Gährung frei werdende Wasserstoffgas, welches vom Sauerstoff in den Poren entzündet wird. Hat ein Körper noch obenein das chemische Bestreben, noch mehr Sauerstoff aufzunehmen, also eine große Verwandtschaft zu demselben, so ist die Erhitzung und Entzündung um so leichter, wie bei den frischbereiteten Metalloxydulen. —

Was wäre unsre Agricultur, unser Feldertrag ohne Porosität der Körper! — Schon in den Ställen des Viehes saugt das Stroh die flüssigen und luftförmigen Ausscheidungsstoffe der Thiere auf und hilft als Mist den Humus (die Ackerkrume) bilden. Je lockerer, d. h. poröser er ist, um so wohlthätiger für das üppige und schnelle Wachsthum der Pflanzen, denn er nimmt in seine Poren die Kohlensäure der Luft und das flüchtige Ammoniak auf, concentrirt diese Stoffe und führt sie reichlich den Wurzelfasern zu. Poröse Körper nehmen aber auch Feuchtigkeit aus der Luft in sich auf, woher ihre hygroskopische Eigenschaft kommt, die man längst zur Wetterprophetin zu gebrauchen wußte, und während z. B. Kalksand nur 1 Theil Wasser aus der Luft aufzunehmen vermag, kann Humus davon 40 Theile in seinen Poren verschlucken. So ist es auch der Porosität zuzuschreiben, wenn der Schnee eine fruchtbare Wirkung auf die Aecker ausübt. Die Poren des Schnees ziehen aus der Luft die Kohlensäure, das Ammoniak und die bei electrischen Zuständen vorhandene, atmosphärische Salpetersäure in sich ein und führen sie dem Boden zu, der schmelzende Schnee hinterläßt ein poröses Erdreich und außerdem dehnt der Frost dasselbe auseinander, und läßt im Frühjahre eine Menge Zwischenräume und Spalten zurück. — Und sind es endlich nicht

wieder die Poren, welche unser Brot genießbar machen und die der Bäcker durch Hefe, Sauerteig, Kohlensäure ꝛc. hervorzubringen sucht? — So erkennen wir, wie die neuere Naturwissenschaft eine Eigenschaft der Körperwelt zur Erklärung vieler Erscheinungen und zum Nutzen des menschlichen Haushaltes brauchbar zu machen versteht.

Wir beschließen die allgemeinen Anschauungen, welche die wissenschaftliche Erkenntniß der Natur als Grundlagen weiterer Folgerungen heutzutage huldigt, mit zwei Hypothesen, welche freilich das Wesen der Sache nicht vor Augen legen, wol aber im Stande sind, alle Erscheinungen derselben zu erklären. Obgleich die gegenwärtige Naturwissenschaft sich rühmen darf, in den verflossenen funfzig Jahren alle überliefert erhaltenen Hypothesen beseitigt und an deren Stelle sinnliche Beobachtungen aufgepflanzt zu haben, die sich durch logische Fortentwicklung unter dem Einflusse der Verstandesthätigkeit fruchtbar erweisen, so spielen doch in die Erscheinungswelt auch Kräfte hinein, deren Erscheinungen wir aber nur in ihren physikalischen, chemischen und organischen Gesetzen wahrzunehmen vermögen, ohne im Stande zu sein, die Ursache in ihrem Wesen zu erklären. Man ist deshalb übereingekommen, einstweilen Hypothesen darüber aufzustellen, aber nur solche, welche nicht in den mindesten Widerspruch mit irgend einer Thatsache gerathen, sondern vielmehr dieselben ungezwungen erklären können.

Hierher gehören die eigenthümlichen, feinen, mechanischen Bewegungen der Körperatome, als deren sichtbare Wirkung wir das Licht, die Electricität, den Magnetismus ꝛc. erkennen — sowie auch die geheimnißvolle Kraft der organischen Natur, welche drei und vier Elemente in mehren Verbindungsordnungen zu Körpern vereinigen und denselben eine Form und Bewegung geben kann, die wir nie künstlich (wie wir es bei den Krystallen vermögen) nachzubilden im Stande sind — ich meine die Lebenskraft. —

Schon bei der Erwähnung der Wärme war von einer Oscillation der Atome die Rede, als deren Wirkung die fühlbare Temperatur des Körpers angesehen wird. — Noch geheimnißvoller ist jene andere Bewegung, welche Licht, Electricität ꝛc. genannt wird. Die Atome der Körper, so lehrt die Hypothese der Neuzeit, gerathen in gewisse Zustandsveränderungen, in Schwingungen ganz besonderer Art und nach ganz bestimmten Gesetzen. — Solche gröbere, schon früher erkannte Atomenzustände kennen wir als Schallwellen und Tonschwingungen, und in der That beweisen sie, daß solche oscillirende Veränderungen in dem Zustande der feinen Theile eines Körpers stattfinden und nach festen, physikalischen Gesetzen sich äußern können. In ähnlicher Weise denkt die heutige Naturwissenschaft sich weit feinere, in Zahl, Form und Stärke verschiedene Atomenschwingungen und hat demgemäß eine Vibrationstheorie aufgestellt, welche wir, soweit es im Zwecke und Raume dieser Briefe liegt, an dem Phänomene des Lichtes deutlicher vorstellig machen wollen. —

Bekanntlich bekam die Wissenschaft eine Lehre des berühmten Physikers Newton überliefert, welche als sogenannte Emanationstheorie, die damals bekannten Erscheinungen und Gesetze des Lichtes erklären sollte und auch vermochte. Man dachte sich nach Newtons Ansicht eine äußerst feine, specifische Lichtmaterie, welche von leuchtenden, also aus solchem Lichtstoffe zusammengesetzten Körpern in unwägbar kleinen Atomen ausströme und mit einer solchen Geschwindigkeit in geradliniger Richtung sich fortbewege, daß sie den über zwanzig Millionen weiten Weg von der Sonne bis zur Erde in 8 Minuten und 13 Secunden durcheile. Dieser höchst elastische Stoff pralle auf dunkeln Körpern zurück (Reflexionslicht), dringe durch die feinsten Poren derselben, werde von den Atomen angezogen (Brechung) und erscheine, je nach der verschiedenen Geschwindigkeit seiner Fortbewegung, als Farbe. Wir wissen

Alle, daß uns diese Lehre umständlich vor vierzig Jahren in der Schule gelehrt und in der That ausreichend wurde, alle damals bekannten Lichtphänomene ungezwungen zu erklären. —

Indessen wurden zwei neue Phänomene des Lichtes beobachtet, welche sich von der Emanationstheorie nicht erklären lassen wollten und damit diese ganze hypothetische Lehre umstießen. Diese beiden neuen Entdeckungen sind die Inflexion oder Diffraction des Lichtes (Beugung der Lichtstrahlen) und die Interferenz derselben (gegenseitige Vernichtungsfähigkeit zweier Strahlen). Diese Erscheinungen sind nämlich folgende: Läßt man in ein dunkles Zimmer durch eine feine Oeffnung einen Sonnenstrahl fallen und bringt in denselben einen schmalen, undurchsichtigen Körper, so macht man die Bemerkung, daß dessen Schatten an der Wand breiter ist, als er nach der geradlinigen Richtung der Strahlen sein könnte. Fängt man denselben feinen Sonnenstrahl auf einer weißen Tafel auf, so ist der erleuchtete Punkt immer größer, als es die gerade Linie der äußersten Randstrahlen der Oeffnung gestatten sollte. Es beweisen also beide Erscheinungen, daß die Lichtstrahlen aus ihrer geraden Richtung abgebeugt worden sind. Läßt man aber in ein dunkles Zimmer durch zwei verschiedene Oeffnungen Lichtstrahlen einfallen und fängt man sie auf einer weißen Tafel in solcher Entfernung von den Oeffnungen auf, daß die hellen Punkte stückweise übereinanderfallen, so beobachtet man, daß der eine Strahl die Lichthelle des anderen nicht überall auf dem entsprechenden Raume verstärkt, sondern vielmehr theilweise verdunkelt, und es hat sich aus weiterer Nachforschung, namentlich von Young, ergeben, daß zwei Lichtstrahlen, welche in gleicher Richtung nebeneinander fortlaufen, bei ihrem Zusammentreffen auf einem Punkte, die Helligkeit desselben nicht gleichmäßig verdoppeln, sondern sich auch gegenseitig vernichten.

Die Erscheinung des Lichtes mußte also eine andere Ur-

sache, als die von Newton gelehrte Emanation eines feinen Lichtstoffes haben, da Inflexion und Interferenz nicht dadurch erklärt werden konnten.

So hat denn die neuere Naturwissenschaft jene Theorie gänzlich fallen lassen und an deren Stelle eine Vibrationslehre gestellt, welche in der That alle Lichtphänomene vollkommen zu erklären vermag und der man allgemein zu huldigen übereingekommen ist, solange keine Thatsache vorgeführt wird, welche ihre ungezwungene Erklärung nicht in jener neuen Theorie fände. — Man denkt sich jetzt die Ursache des Lichts als eine Schwingung äußerst feiner Theilchen, welche den ganzen Weltraum ausfüllen, und von denen auch alle Körper, zwischen ihren gröberen, wägbaren Atomen, durchdrungen sind. Man bezeichnet diese äußerst feinen, unwägbaren Theilchen mit dem Namen Aether. — Ein leuchtender Körper ist demnach ein solcher, welcher die Fähigkeit besitzt, diese Aethertheilchen in Schwingung zu versetzen, welche dann in geradlinigen Wellen sich fortpflanzt, den Weltraum durcheilt und alle dunkeln Körper in eine wellenförmige Mitschwingung versetzt, ähnlich, wie bei den gröberen, in den wägbaren Atomen stattfindenden Schallwellen. Das Licht verhält sich dann zum Aether ebenso, wie der Schall zu den Körperatomen und die physikalischen Gesetze der Brechung und Zurückwerfung der Wellen erstreckt sich über beide. — Gleich dem Schalle hat man auch das Licht in seiner Wellenbewegung mathematisch zu bestimmen gesucht und trotz der ungeheuren Geschwindigkeit der Lichtwellen sind sie doch gemessen. So sind die Farbenstrahlen nur Wirkungen verschiedener Geschwindigkeiten der Wellenbewegung; man fand, daß rothe Lichtstrahlen in einer Secunde 458 Billionen, violette aber 727 Billionen Schwingungen machen, und eben diese ungeheure Schnelligkeit auch der Grund ist, weshalb unsere Sinne die einzelnen Wellenstöße, also das abwechselnde Stärker- und Schwächerwerden des Lichts, gar nicht mehr zu

unterscheiden vermögen. So erinnert wieder die Wellenverschiedenheit der Farben an die Höhe und Tiefe der Töne, die bekanntlich von der Zahl der Schwingungen in gegebener Zeit abhängt — und da langsamere Wellen länger sind, als schnelle, so folgt daraus, daß die rothen Lichtstrahlen die längsten, die violetten Strahlen die kürzesten Wellen haben. Die Lehre vom Schall hat uns schon früher bewiesen, daß es in den Wellenbewegungen gewisse Ruhepunkte oder Knoten gibt, wo die Atome durch zwei sich durchschneidende Wellen in Ruhe versetzt werden, wie man an jedem straffen, durch einen Schlag in Schwingung gebrachten Seile wahrnehmen kann, wo ein aufgesetztes Papierreiterchen nicht abgeworfen wird, wenn es gerade auf solchen Ruhepunkt oder Schwingungsknoten gebracht ist. Aehnliche Ruheknoten finden auch in der feineren Lichtvibration der Aetheratome statt, wenn zwei Strahlen durch gegenseitige Interferenz ihrer Wellen sich in gewissen Punkten ausgleichen, die Atome in Ruhe versetzen und dadurch Dunkelheit erzeugen. Die Zurückspiegelung der Lichtstrahlen, ihre Ablenkung und Brechung finden in den physikalischen Schwingungsgesetzen ebenfalls ihre präciseste Erklärung, die ich hier nicht weiter ausführen kann, wobei ich aber alle Leser, welche darin in Wort und Bild eine populäre Belehrung suchen, auf meine „mikroskopischen Bilder, Naturansichten aus dem kleinsten Raume“ (Leipzig bei J. J. Weber) verweise. —

Die Annahme feiner, specifisch beschaffener, unwägbarer Atome oder Aethertheilchen hat die neuere Naturwissenschaft auch auf die Erklärung der Electricität und des Magnetismus ausgedehnt und man erblickt darin nur Zustandsveränderungen, besondere Eigenschaften und Bewegungsfähigkeiten jener zartesten Bestandtheile der Körper. — So klar und offenkundig die physikalischen Gesetze der Electricität und des Magnetismus der neueren Naturwissenschaft geworden sind, so dunkel ist das Gebiet, welches das Wesen jener Erscheinungen um-

faßt, und bei aller Strenge der erfahrungsmäßigen Forschung und Beweisführung hat die Wissenschaft doch zu der Hypothese ihre einstweilige, vielleicht dauernde Zuflucht nehmen müssen. Da man aber einmal den Grundsatz aufgestellt und zum Anhaltepunkte erhoben hat, daß alle Körper, neben den größeren Elementaratomen, welche der Körperwelt ihre verschiedene Quantität und Qualität, Aggregatzustände, chemische Eigenschaften, Wahlverwandtschaften, Schwere, Wärme und Schall geben, noch weit feinere, unwägbare, Aether genannte Theilchen enthalten, welche in eigenthümliche Zustandsveränderungen, wie Ruhe und geradlinige Bewegung gerathen können, so war auch die Ansicht, die Electricität und ihre mannigfaltigen Erscheinungsweisen in diesen Aetheratomen begründet zu finden, eine ebenso naheliegende und nicht zurückzuweisende, und sie hat der neueren Wissenschaft eine, der Lichterzeugung verwandte Erklärungsweise geliefert, mit welcher zur Zeit noch keine einzige Thatsache in Widerspruch gerathen ist. Damit ist denn auch die lange gepflegte Ansicht von einem electrischen oder magnetischen Fluidum obsolet geworden, indem die physikalischen Erfahrungen und allgemeinen Bedingungen demselben in vielen Stücken widersprechen. Jedes neuere Lehrbuch der Physik kann darüber Aufschluß geben. —

Zu den in ihrem letzten Grunde noch unerklärt gebliebenen und nur in ihren Wirkungen erkannten Naturkräften müssen wir schließlich die Lebenskraft zählen. Ueber keinen Gegenstand der Naturwissenschaft ist mehr philosophirt worden, als über diese geheimnißvolle Kraft, welche wir nur in und an lebenden Pflanzen und Thieren gewahren, und hier alle Stoffe, ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften bevormundet, den ganzen Mechanismus des organischen Lebens einem Plane der Formation und Zweckmäßigkeit unterordnet, den Stoffen gewisse Combinationen, Gestalten, Eigenschaften und Thätigkeiten gibt, welche nicht nur in der mineralischen Natur nirgends

wiedergefunden werden, sondern auch Kräfte und Eigenschaften in den aus den Mineralien entnommenen Elementen verwischen, neue Verwandtschaften und Combinationsgesetze anregen und durch keine künstliche, der Analyse noch so treu nachgeahmte Elementarverbindung herzustellen sind. Nur die Lebenskraft vermag Holz, Eiweiß, Stärke, Fleisch, Zucker, Leim, Fett, Faserstoff ꝛc. zu bilden, obgleich wir genau wissen, woraus sie bestehen. Unter unseren Händen wollen solche Bestandtheile niemals zu Dem, was die Lebenskraft daraus bilden kann, werden, es fehlt die geheimnißvolle Macht, welche der Schöpfer sich selbst vorbehalten hat. —

Von dem berühmten Arzte des vorigen Jahrhunderts, Reil an, welcher bemühet war, die Kräfte, welche das Spiel des Lebens hervorbringen, namhaft zu machen, bis auf Treviranus und Autenrieth, welche die von Reil sogenannte Lebenskraft als eine Lebensmaterie oder separable Kraft bezeichneten, ist man in der Erklärung nicht weiter gekommen, obgleich man die Wirkungen jener Kraft und die Gesetze derselben mit klarem Sinne schauen und verstehen lernte. Während man einerseits in das Geheimniß mit transcendentalen Voraussetzungen und philosophischen Schlüssen einzudringen suchte, haftete der empirische Sinn andererseits nur an der Materie und suchte in ihr besondere Triebkräfte und Mischungsresultate, welche das Organischlebendige gestalten und bewegen sollten. Die Idee der Gattung, die schaffenden Naturideen, der Bildungstrieb, die dynamische Kraft, die Naturseele, das bewußtlose Denken der Natur, Formtraum der organischen Materie, Wirksamkeit durch sich selbst — und wie man die Wörter und Begriffe gewählt hat, um die Lebenskraft zu bezeichnen, sie bleiben stets nur Wörter, ohne eine Erklärung hinter sich zu haben. Bei dem Streben der neueren Naturwissenschaften, alle Abstractionen und übersinnlichen Erklärungsweisen zu verbannen, hat man die geheimnißvolle Lebenskraft einstweilen als

ein Unerklärtes auf sich beruhen lassen, und sich nur an die Wirkungen gehalten, welche ihr zugeschrieben werden müssen; man forscht, um die Lebenserscheinungen zu verstehen, ohne die letzten Gründe dafür zu suchen, weil diese der Geist der Schöpfung für uns verschlossen hat; man sucht nur die Gesetze zu entwickeln, nach denen jede Erscheinung in der Natur sich aus ihren Voraussetzungen folgern läßt und neue bedingt.

Diese geheimnißvolle Lebenskraft bauet den Organismus nach innerem Plane, zieht alle Materialien dazu heran, oder bereitet sie selbst, und ihr Resultat ist Pflanze, Thier und Mensch. — Entweicht sie aus einem Organismus, dann erwachen die seither, während des Lebens bevormundeten chemischen und physikalischen Processe der anorganischen Natur wieder, welche keine andere Tendenz haben, als die Mischung und den Bau der Lebenskraft wieder zu vernichten und in das Mineralreich als ein Häufchen Asche zurückzuführen, was durch Verwesung (gleich der Verbrennung) geschieht, indem die von der Lebenskraft verbundenen Stoffe sich auflösen, die Elemente wieder ihrer ursprünglichen chemischen Kraft folgen und als Luft oder Krystall entweichen oder ein Häufchen Asche darstellen, in dem keine Spur einer einst waltenden Lebenskraft mehr wahrzunehmen ist. Chemische Kräfte und Lebenskraft sind einander feindlich gesinnt, ihre zeitweise Versöhnung geschieht durch die Vormundschaft der organischen Lebenskraft in der Erscheinung des Lebens, sowie aber dieselbe entwichen ist, dann erwacht die alte Feindschaft wieder und die chemischen Kräfte der Elemente vernichten, als rächende Todtengräber der organischen Natur, das Gebäude des Lebens. — So freuen wir uns dieser Lebenskraft in unserem eigenen Wohlsein und Kraftgefühle, wir empfinden ihren frischen Lebenshauch, wenn sie die Pflanzenwelt mit frischen Frühlingsfarben schmückt, wir nehmen mit stiller Wehmuth das herbstliche Abfallen der Blätter wahr und

fühlen uns selbst schwer und hinfällig, wenn die Lebenskraft in uns ermattet. Aber wenn die sinnliche Einsicht in das geheime Wesen und Walten dieser Kraft auch nicht bis auf den Hintergrund der Erscheinungen reicht, so erkennt die Wissenschaft doch den von der Lebenskraft geschaffenen, in sich abgeschlossenen Lebenskreis, den Selbstzweck desselben und die Thätigkeiten, welche dem Einzelwesen, gegenüber der allgemeinen Natur, zukommen und deren Leben ein planmäßiges Zusammenwirken der physikalischen, chemischen und organischen Processe ist. Später, wo es meine Aufgabe sein wird, in einem physiologischen Briefe die neueren Anschauungen der Naturwissenschaft im Gebiete des organischen Lebens anzugeben, wird uns das Gebäude der Lebenskraft mit seinen Eigenschaften näher gerückt werden. —

Soviel über die, als Grundsätze geltenden allgemeinen Anschauungen der Naturwissenschaft neuerer Zeit.

Vierter Brief.

Die Fortschritte der beobachtenden und experimentirenden Naturwissenschaft fallen immer in der Zeit zusammen mit der Verbesserung oder Vermehrung ihrer Hülfswerkzeuge. — Je besser und zweckmäßiger die Instrumente, desto reicher sind die Erfolge, welche man durch ihre Anwendungen zu erreichen vermag. —

Dieser Satz bedarf aber noch eines Zusatzes — denn was nützen die besten und künstlichsten Instrumente in der Hand eines Ungeschickten, welcher sie nicht zu gebrauchen versteht, zu welcher Unbedeutendheit wird der Meißel des Phidias in der Hand eines Menschen, der etwa nur Bier zu brauen versteht!

Da die naturwissenschaftlichen Hülfswerkzeuge Producte der Mechanik, Optik 2c. sind, so mußten diese Wissenschaften selbst

erst ihren Horizont erweitert und das Erkannte anzuwenden gelernt haben, ehe sie vollkommene Instrumente erfinden, bauen und nützlich machen konnten, welche nun wieder, als Kinder der Wissenschaft, eine neue Generation derselben veranlaßten. So halfen Wissen und Instrument sich gegenseitig und ergänzend weiter und mit der erweiterten Anwendung und geschickteren Uebung wurde manches, im Anfange nur geringerscheinendes Instrument mit einem Male ein Compaß, der in ganz neue Meere der wissenschaftlichen Welt zu leiten vermochte.

Eine Geschichte der Erfindung, Verbesserung und Anwendungsweise der Instrumente ist zugleich eine Entwickelungsgeschichte der Wissenschaft selbst. —

Aus dem großen und reichen Arsenale der wissenschaftlichen Hülfswerkzeuge greife ich hier nur drei heraus, welche vorzugsweise die Naturerkenntniß der letzten funfzig Jahre gefördert haben und deren eigene Verbesserung und erweiterte Anwendungsweise in dieselbe, neuere Zeit fällt. Ich meine: Wage, Mikroskop und Teleskop — die Erstere als wichtigste Richtschnur und zuverlässigster Prüfstein bei allen chemischen Forschungen, die beiden Letzteren als raumdurchdringende Instrumente, welche den kleinsten Raum der irdischen Körperwelt und die großen Räume des Sternenhimmels erschlossen haben. Ihre Vervollkommnung und die Geschicklichkeit im Gebrauche derselben gehören diesem Jahrhundert an und gerade sie gaben der Forschungsmethode einen exacteren Charakter und förderten durch ihre Leistungen und Enthüllungen die physikalische Erklärungsweise der gegenwärtigen Wissenschaft. Darum haben wir ihrer in diesen Briefen, welche vorzugsweise die letzten funfzig Jahre vertreten sollen, besonders zu gedenken.

Betrachten wir zuerst die Wage; — sie gibt uns zugleich das schlagendste Beispiel, wie ein in Jedermanns Händen und seit Jahrhunderten zum bürgerlichen Haushalte zählendes höchst einfaches Werkzeug nur aus der Hand des Kleinkrämers ge-

nommen und in den Dienst des Geistes gebracht zu werden braucht, um geistig mitzuwirken an der Vervollkommnung der Wissenschaft und der Erweiterung der Kenntniß von den Weltgesetzen. — Dadurch aber ist die so bescheiden aussehende Wage im großen Gebiete der Chemie von derselben Bedeutung geworden, wie die Magnetnadel für den Seefahrer.

Freilich hat man Chemie getrieben und ferne Oceane durchschifft, ohne Wage und Compaß, aber man anvertrauete sich dem Zufalle und überließ es dem guten Glücke und der Vermuthung, das vorgesteckte Ziel zu erreichen. Mit der Magnetnadel ausgerüstet und mit deren Zeichensprache vertraut, segelt der Schiffer jetzt mit Sicherheit und Vorausbestimmung in das weite, vom Horizonte und dessen immer zurückweichender Grenze umfaßte Meer, aber er steuert sicher auf das Ziel zu, denn die magnetische Nadel weiset ihm, trotz merkzeichenloser Wasserfläche, Sturm und Wellen, den Zielpunkt, den er erreichen will. — Ebenso verhält sich die Wage in der Chemie, sie erst setzte den chemischen Naturforscher in den Stand, mit Planmäßigkeit, Vorausbestimmung und Sicherheit zu handeln und wurde damit eines der wichtigsten und unentbehrlichsten Werkzeuge, denen die neuere Wissenschaft viel für ihren vollendeteren Charakter zu danken hat.

Ohne Wage würde man die wahre chemische Zusammensetzung der Körper, die nur durch Wiegen in ihrer Richtigkeit geprüft werden kann, nicht erkannt haben, sie ist es, welche die einzig zuverlässige Gewißheit gibt, ob die an den Körper gerichteten Fragen, die darauf erfolgenden Antworten und die daraus abgeleiteten Schlüsse falsch oder richtig sind. — Schon im vorigen Briefe, wo von den allgemeinen Eigenschaften der Körper die Rede war und des specifischen Gewichtes Erwähnung geschahe, wurde auf die Wichtigkeit der Wage hingedeutet. Um aber ein Instrument in der Wissenschaft mit Zuversicht gebrauchen zu können, muß man von der Präcision des Werkzeuges

selbst völlig überzeugt sein und mit demselben umzugehen verstehen. — Die neuere Wissenschaft benutzt in ihrem Laboratorium entweder die einfache Tarirwage, wie wir dieselbe in den Apotheken finden, oder aber zu allen feineren und genaueren Wägungen die eigentliche chemische oder Decimalwage.

Jede Wage besteht bekanntlich aus Balken (gleicharmigem Hebel) mit Axe, aus Pfanne und Schalen. — Von der Einrichtung und Beschaffenheit dieser Theile, namentlich aber des Balkens und der Axe hängen alle erforderlichen Eigenschaften einer guten und brauchbaren Wage ab, welche sind: große Empfindlichkeit gegen das geringste Uebergewicht und Genauigkeit der Angabe des wahren Gewichtes eines Körpers. Dazu ist erforderlich, daß die Masse des Wagbalkens möglichst leicht ist, daß seine Arme genau gleiche und hinreichende Länge haben und daß die Axe am richtigen Punkte sich befindet. Die Physik kam dem Bedürfnisse der Chemie dabei zu Hülfe und construirte eine Wage, welche die genannten Anforderungen erfüllt. Betrachten wir, da eine gute Wage auch dem bürgerlichen Haushalte zu Gute kommt, die physikalischen Bedingungen einer solchen genauer.

Die einfache Tarirwage hat in der Mitte ihres Balkens eine stählerne, prismatisch geformte, mit der scharfschen Kante nach unten gerichtete Axe, welche in einer gehärteten Pfanne ruhet und darin leicht auf- und niederschwingen kann. Von der richtigen Lage dieses Axenpunktes hängt nun zunächst die Empfindlichkeit ab und es gilt dabei das Gesetz, daß der Schwerpunkt des Balkens möglichst nahe unter dem Aufhängepunkte der Axe sich befinde. Ist er zu tief darunter, so verliert der Balken an Empfindlichkeit, ist er aber gar darüber, so schlägt der Balken über und die Wage ist gänzlich unbrauchbar; befindet er sich aber gerade im Schwerpunkte, dann kommt der Balken selbst in schiefer Stellung zur Ruhe. — Man kann den Schwerpunkt eines Wagbalkens auf empirischem Wege leicht

finden, wenn man ihn auf seiner breiten Fläche auf der Spitze einer Nadel so lange balancirt, bis er stillstehend darauf schwebt.

Künstlicher und complicirter aber, ganz auf denselben Grundsätzen beruhend, ist die eigentliche chemische Wage, welche in den wissenschaftlichen Laboratorien unentbehrlich ist. Die complicirtere Bauart soll nur den Zweck erfüllen, die Genauigkeit und Empfindlichkeit bis auf das Stärkste reguliren zu können. Der Wagbalken ist nicht massiv, sondern durchbrochen, wodurch er bei gehöriger Länge doch leicht und haltbar wird. Die Axe, aus einem starken, stählernen Prisma bestehend, das genau rechtwinklig auf dem Balken steht, ruhet auf zwei kleinen Achatebenen, (die gesenkt werden können und wodurch das Prisma auf entsprechende Einschnitte eines Rahmens niedersinkt, wenn die Wage nicht gebraucht wird und die Schärfe des Prisma geschont werden soll); in der Mitte des Balkens ist eine senkrechte Schraube, vermittelst welcher der Schwerpunkt desselben gehoben oder gesenkt werden kann, um denselben ganz genau zu reguliren; die Zunge des Wagbalkens, welche bei den einfachen Tarirwagen nach Oben gerichtet ist, befindet sich hier nach Unten gekehrt (weil die Axe nicht hängt, sondern auf einer Säule ruhet) und zeigt mit seiner Spitze auf einer Bogensegmenteintheilung das Gewicht feinster Körper an. Berzelius gab diesen Wagen noch die nützliche Einrichtung, daß jede Hälfte des Wagbalkens durch Striche in zehn gleiche Theile getheilt ist und ein kleines Häkchen von feinem Drahte, das genau ein Centigramm wiegt, auf den einen oder andern Strich gehängt wird, wodurch, von der Mitte des Balkens an gerechnet, mit jedem Theilstriche ein Ausschlag bewirkt wird, der einem auf die Wagschaale gelegten Gewichte von 1, 2, 3 ꝛc. Millimeter entspricht.

Es war soeben von Centigramm und Millimeter die Rede — auch diese Ausdrücke der neueren Wissenschaft bedürfen

einer weiteren Erläuterung, denn sie gehören dem Zeitraume an, worin die Wissenschaft eine exacte, gewisse wurde, indem sie wiegen und messen lernte.

Im bürgerlichen Leben wiegen wir einen Körper nach Pfunden, Lothen und Quentchen und die Apotheker haben schon lange nach Medicinalpfunden, Unzen (2 Loth), Drachmen (1 Quentchen) und Granen gewogen, wonach also auf ein Pfund 12 Unzen, auf eine Unze 8 Drachmen und auf eine Drachme 60 Gran kommen. — Die Naturwissenschaft früherer Zeiten benutzte für ihre Zwecke dieses Apothekergewicht und es wird auch wol noch in populären Darstellungen, oder von deutscher Stabilität hier und dort zur Gewichtsbezeichnung gebraucht. Indessen hat die heutige Naturwissenschaft bei allen ihren Untersuchungen das französische Decimalgewicht eingeführt, welches auch der Laie kennen muß, wenn er sich eine Vorstellung von Quantitätenzahlen machen will.

Alle bürgerlichen und medicinischen Gewichte beruhen auf willkürlichen Annahmen, jeder Staat kann sagen, bei mir soll das Pfund nur zwanzig Loth oder auch mehr halten, wie der preußische Zollverein ja auch sein willkürliches Zollgewicht eingeführt hat. Der Naturwissenschaft mußte aber, als geistiger Weltmacht dieses Jahrhunderts, daran gelegen sein, eine feste, nicht der Willkür entsprungene Gewichtseinheit zu besitzen, deren Fundament unveränderlich dasselbe bleibt; das hat denn auch Frankreich der Wissenschaft dargeboten und ist dasselbe auch noch nicht in das bürgerliche Leben Deutschlands übergegangen, was dringend zu wünschen wäre, so hat es doch in der Naturwissenschaft der Neuzeit seine allgemeine Anwendung gefunden. Dieses Gewicht (und auch das gleich mit zu erwähnende Längenmaaß) zeichnet sich durch seine große Einfachheit, indem alle Theilungen durch die Zahl 10 geschehen, weshalb es auch Decimalsystem heißt, und durch seine Unveränderlichkeit aus, indem die Einheit, worauf es gegründet ist, ewig dieselbe bleibt.

Diese Gewichtseinheit hat man von der Größe unserer Erde abgeleitet und zwar von dem größten Kreise, welcher unsere Erdkugel umgibt und durch Nord- und Südpol läuft; man nennt diese gleichgroßen Kreise bekanntlich Längengrade oder Meridiane. Der vierte Theil dieses Kreises, also das Viertel vom Umfange unserer Erde, gibt die Grundlage für das neue Längenmaaß, wovon das Gewicht abgeleitet wurde. Um das Gewicht zu verstehen, müssen wir demnach zuvor das Maaß begriffen haben.

Man theilte den Viertheil des Erdumfanges in zehn Millionen Theile und betrachtete 1 solches Theilchen als Einheit des Maaßes, unter dem Namen Meter. Nach unserem bürgerlichen Maaße beträgt er drei Fuß oder $1^1/_2$ Ellen. — Dieses Meter wird nun durch die Zahl 10 entweder mittelst Division verkleinert oder Multiplication vergrößert und zur Bezeichnung ist man übereingekommen, alle Verkleinerungen des Meter mit lateinischen, alle Vergrößerungen aber mit griechischen Zahlwörtern zu charakterisiren. Daraus entstehen folgende Maaßbestimmungen:

Verkleinerungen des Meter.		Vergrößerungen des Meter.	
Meter.		Meter.	
Decimeter . .	$\frac{1}{10}$ Meter.	Dekameter . .	10 Meter.
Centimeter . .	$\frac{1}{100}$ "	Hektometer . .	100 "
Millimeter . .	$\frac{1}{1000}$ "	Kilometer . .	1000 "
		Myriameter . .	10,000 "

Aus diesem Maaße entstand die Decimalgewichtsbestimmung. Man dachte sich einen Kubikinhalt von 1 Centimeter, also ein Kästchen von 1 Centimeter Höhe, Länge und Breite und füllte dasselbe mit reinem Wasser, im Zustande seiner größten Dichtigkeit (also im Temperaturgrade von 4 Graden Celsius) genau voll. Was dieses Wasser wiegt, ist Gewichtseinheit und heißt Gramm. Dasselbe beträgt beinahe $16^1/_8$ Gran unseres Apothekergewichts, oder reichlich $^1/_4$ Quentchen unseres Bürgergewichts. — Auch diese Gewichtseinheit ist durch 10 mittelst

Division verkleinert und mittelst Multiplication vergrößert und auf gleiche Weise wie das Decimalmaaß mit lateinischen und griechischen Vorsylben unterschieden bezeichnet. So haben wir:

Verkleinerungen des Gramm.			Vergrößerungen des Gramm.		
Gramm.			Gramm.		
Decigramm	. .	$\frac{1}{10}$ Gramm.	Dekagramm	. .	10 Gramm.
Centigramm	. .	$\frac{1}{100}$ „	Hectogramm	. .	100 „
Milligramm	. .	$\frac{1}{1000}$ „	Kilogramm	. .	1000 „
			Myriagramm	. .	10,000 „

Hiernach ist 1 Kilogramm ganz genau so viel wie zwei Pfunde deutsches Zollgewicht.

Wie gebraucht man aber die Wage, um damit das specifische Gewicht, welches wir im vorigen Briefe als bedeutungsvoll für die chemische Erkennung der Körper bezeichnet haben, zu finden? Die richtige Anwendung der Wage ist ja gerade der Vortheil, welchen das Instrument darzubieten im Stande ist; da jedes Element sein unveränderliches specifisches Gewicht hat, so gibt die Gewichtszahl schon die Gegenwart dieses oder jenes Elementes an und da Flüssigkeiten um so dichter erscheinen, je mehr Stoff sie aufgelöst oder vertheilt in sich enthalten, so ist ihr specifisches Gewicht maßgebend für den Inhalt, wie andererseits solche Flüssigkeiten, welche bedeutend leichter als Wasser sein müssen, wenn sie rein und unverfälscht sind, durch jedes schwerere Gewicht ihren Mangel an Güte verrathen, wie z. B. der Alcohol.

Der Chemiker verfährt mit der Wage auf verschiedene Art, je nachdem er Flüssigkeiten oder feste Körper bestimmen will. Ist es eine Flüssigkeit, so nimmt er ein Gläschen, welches ganz genau 100 Gran Wasser faßt und wiegt darin den flüssigen Körper, indem er das Gläschen ganz damit füllt. Das Gewicht ist das specifische. Dieses Gläschen wird 80 Gran Spiritus, 1350 Gran Quecksilber fassen ꝛc. Hat der Chemiker ein solches Gläschen nicht zur Hand, so mag er ein beliebiges Glas im

leeren Zustande tariren und darauf, mit Wasser gefüllt, abermals wiegen. Nach Abzug des Gewichts des leeren Glases erfährt er, wie viel Wasser das Glas faßt. Dann thut er die zu ermittelnde andere Flüssigkeit an die Stelle des Wassers und wiegt nun den Inhalt des Glases; eine Division mit dem Gewichte des Wassers in das Gewicht der anderen Flüssigkeit zeigt in dem Quotienten das specifische Gewicht derselben an. Bei einem festen Körper verfährt der Chemiker anders und er hat dazu zwei Methoden. — Denken wir uns, daß er z. B. das specifische Gewicht des Eisens angeben soll. Er tarirt ein mit Wasser gefülltes Gläschen, legt dann auf die Gewichtsschaale ein beliebiges Gewicht (wir wollen z. B. ein Loth nehmen) und dann neben das Glas ebenso viele kleine Eisenstückchen, z. B. kleine Nägel, bis die Wage wieder das Gleichgewicht erlangt hat. Dann entfernt er Glas und Nägel von der Wagschaale, schüttet die Nägel in das Wasser, von dem nun ebenso viel herausgedrängt wird, als das Eisen Raum einnimmt. Dann stellt er das gut abgetrocknete Glas wieder auf die Wagschaale, wo es nun um ebenso viel leichter erscheinen wird, als Wasser ausgetreten war. Um die Menge dieses Wasserverlustes kennen zu lernen, nimmt er von der anderen Schaale so viel Gewichtstücke fort, bis die Wage wieder genau im Gleichgewicht steht. Er wird dabei 32 Gran wegnehmen müssen. Mit diesen 32 Gran dividirt er nun in das Loth, also in 240 Gran, und erhält die Summe von $7^5/_{10}$ und dies ist das specifische Gewicht des Eisens, das also um $7^1/_2$ Mal schwerer als Wasser ist. — Der Chemiker muß aber auch oft größere, ganze Stücke bestimmen und dazu wählt er einen anderen Weg. Er bindet es an einen feinen Faden, befestigt diesen an die eine, in den Schnüren verkürzte Schaale, nachdem er zuvor das Stück (wir wollen wieder Eisen annehmen) auf gewöhnliche Weise gewogen hat, und sucht nun das Gewicht desselben im Wasser zu finden. Das geschieht, indem er ein Wassergefäß so darunter stellt, daß

das Eisenstück einen Zoll tief in das Wasser hineinhängt. Gleich bei diesem Eintauchen wird die Gewichtschaale niedersinken und damit andeuten, daß das Eisen im Wasser leichter geworden ist. Nehmen wir an, das Stück Eisen wog gerade zwei Loth, so wird man, sobald es im Wasser leichter erscheint, von den Gewichten 64 Gran wegnehmen müssen, um das Gleichgewicht der Wage wieder herzustellen, — ebenso viel wiegt aber die Menge Wasser, welche denselben Raum einnahm, den nun das Eisen im Glase eingenommen hat; mit diesen 64 Gran dividirt man in zwei Loth, also in 480 Gran und das Resultat ist $7\frac{1}{2}$ — also wiederum das schon auf frühere Weise gefundene specifische Gewicht des Eisens.

Aber auch das praktische Leben hat bereits von diesen wissenschaftlichen Resultaten seinen Vortheil gezogen — obiger kleine Versuch verräth ein Naturgesetz, welches in seiner Anwendung wichtig für das Schwimmen der Körper auf dem Wasser wurde und es möglich machte, daß Schiffe aus schwerem Eisen, das doch das Gewicht des Wassers um $7\frac{1}{2}$ Mal übertrifft, mit Leichtigkeit über die Gewässer gleiten. Das Naturgesetz lautet nämlich, daß jeder Körper im Wasser um ebenso viel leichter wird, als die Wassermenge beträgt, welche er verdrängt. Jeder Körper, welcher weniger Wasser verdrängt, als er selbst an der Luft wiegt, sinkt im Wasser unter, verdrängt er aber mehr Wasser, so schwimmt er. Dadurch kann auch das schwere Eisen zum schwimmenden Schiffe gemacht werden. Nehmen wir ein Stück Eisen, welches an der Luft 1 Loth wiegt (also 240 Gran), es wird im Wasser, wie wir oben gesehen haben, um 32 Gran leichter, weil es gerade so viel Wasser verdrängt. Wird aber dieses Stück Eisen so auseinander gehämmert, daß es (in Form einer Schaale etwa) einen acht Mal größeren Raum einnimmt, so wird es im Wasser sein ganzes Gewicht verlieren, weil es jetzt 8×32 Gran Wasser verdrängt, also ebenso viel wie es selbst

an der Luft wiegt. — Das eiserne Schälchen wird auf dem Wasser schwimmen, aber bis an den Rand eintauchen. Wird das Eisen aber so dünn gehämmert, daß es eine Schaale gibt, welche sechszehn Mal soviel Wasser verdrängt, als es selbst an der Luft wiegt, also 480 Gran Wasser — so wird die Schaale nur bis zur Hälfte einsinken und man kann noch ein ganzes Loth hineinsetzen, sie wird nur bis an den Rand eintauchen und schwimmen. — Hierauf beruhet die Construction der eisernen Schiffe, deren Größe immer im Zahlenverhältnisse mit dem Gewichte und der Last, welche sie tragen sollen, berechnet werden muß — dasselbe Naturgesetz dictirt der Schwimmkunst die Regeln der Körperausbreitung im Wasser. —

Wer hätte nicht schon erfahren, daß ein Mensch im Seewasser sich weit leichter schwimmend erhalten kann, als im Flußwasser? Man sagt gewöhnlich: „das Salz im Meerwasser trägt!" — Auch diese Wahrnehmung findet ihre Erklärung in obigem Naturgesetze, denn je dichter eine Flüssigkeit ist, um so schwerer ist sie, und um so mehr muß die Quantität wiegen, welche ein anderer Körper verdrängt, wenn er schwimmt. Was in gewöhnlichem Wasser schwimmt, wird in Alcohol untersinken, und was im Wasser sinkt, kann in Lauge, Oel, Salzlösung, Zuckerwasser, Syrup 2c. schwimmen. — Hierauf beruhen ja die im Geschäftsleben gebräuchlichen Senkwagen oder Aräometer, womit man die Tragkraft und damit die Dichtigkeit der gewerblichen Flüssigkeiten prüft. Die dichteren Flüssigkeiten beweisen ihre Güte und besseren Gehalt, wenn die Senkwage nicht tief einsinkt, die Spirituosen sind um so leichter und besser, je weniger sie tragen und je tiefer die Senkwage in sie eintaucht.

Die großen Folgerungen, welche die Wage in dem Gebiete der Chemie und Physik bewirkt hat, rief die Vervollkommnung der optischen Instrumente und die größere Geschicklichkeit und Uebung in ihrem Gebrauche in den gesammten

Naturwissenschaften hervor. Die raumdurchdringenden Werkzeuge, Mikroskop und Teleskop gaben der Wissenschaft dieses Jahrhunderts einen ganz neuen Charakter und drängten durch ihre Enthüllung der kleinsten und größten Räume den letzten Rest philosophischer Voraussetzungen aus denjenigen Gebieten der Erscheinungswelt zurück, wo die sinnliche Wahrnehmung früher ihre Grenze gefunden hatte. Wenn aber eine vollendetere, optische Einrichtung eines Instrumentes je die Kunst des Gebrauches und die Cultur des Gesichtssinnes fordert, so ist das vom Mikroskop zu sagen, dem wir jetzt einige Aufmerksamkeit widmen wollen. —

Das Mikroskop hat eine vieljährige Entwickelungsgeschichte. Während man mit der Loupe, dieser einfachen Linse und allmälig mit dem einfachen Mikroskope, als Collectivlinsen mit kurzer Brennweite, die kleineren, dem gewöhnlichen Auge undeutlichen oder verschwindenden Gegenstände der Körperwelt zu vergrößern und sichtbar zu machen suchte, verfiel man gleichzeitig, wegen ungenügender optischer Kenntniß und aus Selbsttäuschung in eine Unzahl von falschen Beobachtungen, Phantasieanschauungen und Sehfehlern, daß damit der Naturwissenschaft gar nichts genützt werden konnte. Mit der fortschreitenden Erweiterung der physikalischen Lehre von der Lichtbrechung und vom Sehen, wurden auch die Mikroskope vollständiger und complicirter und mit zunehmenden Vergrößerungsmitteln, klareren Blicken in die kleinste Formwelt, und erweiterten Anwendungen der erkannten Lichtgesetze, steigerte sich auch das Bedürfniß, die kleinsten Gestalten zu unterscheiden in Form, Farbe, Construction und Bewegung, sie zu messen und zu beurtheilen. Die Physik und Technik vereinigten sich, der Gesammtwissenschaft solche optische Hülfsmittel zu bieten und es entstanden in neueren Zeiten die Composita oder aplanatischen Mikroskope, welche darauf hinzielen, auch bei den bedeutendsten Vergrößerungen jede Strahlen- und

Farbenzerstreuung, jede Dunkelheit und Verzerrung des Bildes zu vermeiden. Aus diesem Streben gingen dann in den letzten zwanzig Jahren die der Naturwissenschaft so förderlich gewordenen und viele Gebiete zu gänzlicher Umgestaltung geführt habenden Instrumente von Amici in Modena, Pritchard in London, Chevalier in Paris, Oberhäuser in Paris, Plößl in Wien, Merz in München, Pistor in Berlin und Schiek in Berlin, die alle optischen Anforderungen und physikalischen Bedingungen erfüllen, eine ebenso bedeutende Schärfe, als Lichtstärke und raumdurchdringende Kraft haben und nicht nur eine 3000malige Liniarvergrößerung erreichen, sondern auch präcise Vorrichtungen haben, um die kleinsten Objecte zu messen. —

Wie aber nicht Jeder Musik machen kann, welcher ein gutes Klavier besitzt, so versteht auch nicht Jeder zu sehen, der ein gutes Mikroskop hat. Was ist das Instrument anderes, als eine künstliche Fortsetzung der von der Natur in unserem Auge dargestellten optischen Werkzeuge? Wo also das Auge irret oder einer optischen Täuschung anheimfällt, da muß das vergrößernde Instrument auch alle diese Irrthümer und Täuschungen vergrößern und vermehren helfen. Kann doch der zehnte Mensch kaum mit seinen Augen sicher sehen und unterscheiden, wie viel weniger wird er mit einem künstlichen Sehapparate, einem optischen Instrumente richtig und ohne Täuschung sehen können, und ebenso wie das Sehen mit den gewöhnlichen Augen erst gelernt werden muß, um ein richtiges Urtheil zu erhalten, so will das Sehen durch ein Mikroskop erst doppelt gelernt und geübt sein, denn nicht nur sieht jedes ungeschickte Auge subjectiv verschieden und urtheilt über Größe und Farbe und andere Eigenschaften der Körper anders, sondern das Mikroskop läßt nur die Bethätigung eines Auges zu, ist also ein ungewöhnliches Sehen, welches geübt und geschickt gemacht werden muß. — Dieses Sehen, also den rechten Ge-

brauch des vervollkommneten Mikroskopes, haben die Naturforscher denn mit vieler Mühe und nach unzähligen Enttäuschungen lernen müssen und nachdem sie es darin zu einer großen Geschicklichkeit und Sicherheit gebracht hatten, tauchten schnell und immer neu die zahlreichen und folgewichtigen Entdeckungen auf, welche die zarteste Werkstatt der Natur im kleinsten Raume, wo Element, Kraft und Form noch unter dem feinsten, durchsichtigen Schleier des Geheimnisses schweben und wirken, mit kühnem Blicke erschlossen und der Wissenschaft nicht nur ganz neue Bahnen und Erklärungsweisen, sondern auch bisher unbekannte Gebiete und Lehrzweige eröffneten. So haben wir eine mikroskopische Wissenschaft, welche alle Fächer durchdringt und die Erkenntniß darin erweitert; ohne Mikroskop kann der Chemiker, der Botaniker, der Geologe, der Zoologe, Anatom, Physiologe ꝛc. gar nicht mehr existiren und der Naturwissenschaft folgen.

Unser gewöhnliches Auge hat der Schöpfer nicht so eingerichtet, daß wir über eine gewisse Grenze der Körper und Räume hinausblicken können — so in die großen, wie in die kleinsten Räume. Wie aber der Mensch seine höhere Bestimmung darin finden soll, Alles, was die Natur ihm beschränkte oder versagte, durch den erfinderischen Geist, durch Vernunft und Freiheit, sich selber zu geben und Mittel zu suchen, über die gewöhnlichen Sinnesgrenzen hinaus zu dringen und das Größte wie Kleinste aufzuschließen, so hat er auch gewußt, die unermeßlichen Welträume durch das Fernrohr, und die kleinsten Erdräume durch das Mikroskop zu durchdringen und den Gesichtssinn, das Organ des Lichtes, worin der Mensch sein eigentliches Element angewiesen erhält, so zu schärfen, daß Licht und Erkenntniß seine äußere und innere Welt erweiterten.

Der Begriff von Größe und Kleinheit, Nähe und Ferne ist eine Folge vergleichender Beurtheilung des vom Auge Empfundenen und die Wissenschaft hat erkannt, daß dieses Urtheil ein unbewußt mathematisches ist. Von jedem Punkte eines

Objectes fallen geradlinige Lichtstrahlen in unser Auge und bilden darin Winkel, von deren Größe wir mit geometrischem Instinkt auf Nähe und Entfernung schließen, indem wir einen Gesichtswinkel von 80 Graden einem viel größeren oder näheren Objecte zuschreiben, als einem Winkel von 25 oder 30 Graden. Je kleiner der Gesichtswinkel, desto kleiner erscheint uns der Körper, dessen Strahlen die Schenkel des Winkels bilden, und unser Auge ist so construirt, daß solche Objecte, welche einen Winkel von 40 Secunden bilden, oder dessen Dimensionspunkte so nahe auf der empfindenden Netzhaut des Auges zusammenfallen, daß sie weniger als $\frac{1}{8000}$ Zoll voneinander entfernt sind, nicht mehr als einzelne Punkte wahrgenommen und unterschieden werden können. — Diese kleinen Gesichtswinkel sollen nun die optischen Constructionen der Mikroskope vergrößern und sie vermögen dasselbe über dreitausend Male.

Indessen ist die neuere Naturwissenschaft ganz davon abgekommen, so bedeutende Vergrößerungen zu suchen und anzuwenden. — Als man in früheren Zeiten noch die einfachen Linsen oder nichtaplanatischen Mikroskope mit Collectivlinsen-Systemen hatte, sann man nur darauf, die Multiplication der Vergrößerung zu steigern und auch heute noch suchen Charlatans, welche mit Sonnen- oder Hydro-Oxygengas-Mikroskopen reisen, auf ihren Ankündigungen mit millionenfachen Vergrößerungen anzulocken, ohne zu bedenken, daß der Naturforscher und in Optik bewanderte Gebildete gerade durch solchen Unsinn zurückgeschreckt werden, denn einmal sind solche Millionen durch Quadrat- oder gar Kubikzahlenmultiplication herausgezwungen, während doch die einfache Liniarvergrößerung der einzig vernünftige und controlirbare Maßstab für Mikroskope ist, und zweitens wird solche bedeutende Vergrößerung ganz wie bei der Laterna magica, nur durch Entfernung der Fläche, welche das Bild auffangen soll, von der Linse bewerkstelligt, wodurch alle Genauigkeit und Schärfe verloren geht und neben der Verzer-

rung noch Farben entstehen, die dem Objecte gar nicht eigen sind. Deßwegen sind alle solche Instrumente und Riesenvergrößerungen für die Wissenschaft gänzlich unbrauchbar, und wenn heutiges Tages Jemand mit Erstaunen erregenden Entdeckungen hervorträte und von 8—10000fachen Vergrößerungen redete oder gar rühmte, mit einem Sonnen- oder Gas-Mikroskope gearbeitet zu haben, so würde er von vornherein das gegründetste Mißtrauen erwecken. Eine **1000—1500**malige Vergrößerung der aplanatischen Instrumente, wie sie Schiek, Plößl, Oberhäuser rc. bauen, ist für alle wissenschaftlichen Zwecke völlig ausreichend. Nicht die starke Vergrößerung gibt über die kleinsten Formen und Raumverhältnisse Aufschluß, sondern die Schärfe und Treue der Objectdarstellung und die Kunst, mit geübtem Auge richtig zu sehen, unterstützt durch verständige Regulirung der Beleuchtung und kunstfertige, feine Behandlung des Objectes selbst.

Die Mikroskope der Neuzeit, welche der Naturwissenschaft so unbeschreiblich viel genützt haben und noch täglich nützen, gründen ihre Leistungsfähigkeit auf die aplanatische Construction von Linsen, welche aus Flint- und Crownglas bestehend, sphärisch ineinander liegen und jede Farbenzerstreuung der Lichtstrahlen vermeiden. Die Objectivlinsen, welche dem Objecte am nächsten sind, bewirken die vorzügliche vergrößernde Kraft, während die Oculare dem Auge zum Hineinblicken dienen und das Bild der Objectivlinsen auffangen, vergrößern und auf die Netzhaut des beobachtenden Auges leiten. Feingearbeitete Mikrometer, welche auf dem Objecttischchen des Instrumentes befestigt werden, geben durch berechnete, feine Schraubenumdrehungen die Decimallängen in zehntausendstel Zollen an, indem der zu messende, zarte Gegenstand durch jede Schraubenwindung unter einem Fädchen aus Seidengespinnst oder Spinngewebe, (das oben im Oculare ausgespannt ist, aber dem Beobachter als feingezogene Linie in der Ebene des Gesichts-

feldes erscheint) um ein Zehntausendstel eines Zolles weiter bewegt wird. Es hat schon oft den Unkundigen in Verwunderung versetzt, wenn er hörte, dieser oder jener Gegenstand sei im Durchmesser $\frac{1}{2000}$ Linie oder noch geringer groß, aber die gegenwärtige Vervollkommnung der Mikroskope hat diese subtile Größenbestimmung, bei aller Präcision, doch zu einem ganz mechanischen Handgriffe gemacht. —

Die Objecte der Mikroskope sind entweder Körper oder Processe, und da dieselben nunmehr in ihren feinsten, duftigen Atomen und Actionen, wo Stoff und Kraft in ihrer ersten einheitlichen Geburt als Naturform, unmittelbarer und unverhüllter auftreten, beobachtet werden konnten, so lernte die Naturwissenschaft durch das Mikroskop die Erscheinungswelt in ihren Urphänomenen kennen und verstehen. Und das ist gerade der neuere Charakter, daß die Wissenschaft den Urphänomenen und damit den Naturgesetzen nahe gekommen ist, und sie sinnlich wahrnehmbar zu machen wußte.*)

Das raumdurchdringende Instrument für die weiten Welträume des gestirnten Himmels ist das Teleskop oder astronomische Fernrohr. —

Weit früher als das Mikroskop, übte die Erfindung der Fernröhre einen erweiternden Einfluß auf die Naturwissenschaft aus. Die Astronomie, eine praktische Anwendung der Mathematik, fand eine frühe Pflege, weil die mathematische Mutter schon in alten Zeiten eine Freundin bevorzugter Geister war. Hatten auch die Astronomen früherer Zeiten ihren Mauerquadranten als ihr vorzüglichstes und gebräuchlichstes Instrument, so vermochten sie freilich wol Winkel entfernter Sternenpunkte damit zu messen, aber der große kosmische Raum blieb ihnen in seinen physischen Geheimnissen verschlossen. Eine kindische

*) Diejenigen Leser, welche sich für mikroskopische Wissenschaft besonders interessiren, verweise ich auf mein neulich erschienenes Buch: Mikroskopische Bilder mit 430 Abbild. Leipzig, Verlag von J. J. Weber. 1853. —

Spielerei — ein Stückchen Kieselerde mit Pottasche vermischt und das Spiel der Kinder eines Brillenmachers war die Ursache, daß die Wissenschaft ein Mittel erhielt, durch welches der menschliche Genius die von der Natur gezogenen Schranken durchbrach und das unermeßliche Weltall erschloß. So spielten im Jahre 1590 die Kinder des holländischen Opticus Zacharias Jansen, nach Anderen: des Johann Lippersheim zu Middelburg, mit den vorräthigen Glaslinsen, welche derselbe von Kieselerde und Pottasche bereitete, und indem die spielenden Kinderhände zufällig zwei Linsen neben und hintereinander in eine Röhre brachten, wunderte sich das Auge nicht wenig, entferntere Gegenstände näher und größer vor sich zu schauen. Damit war das Fernrohr erfunden, dem das Mikroskop bald nachfolgte. Es waren diese beiden verwandten Instrumente nicht das Resultat des Nachdenkens und geometrischer Principien, lange nach der Entdeckung und deren Nutzanwendung waren die größten Gelehrten noch in Verlegenheit, die Erscheinungen und Eigenschaften der Fernröhre und Mikroskope optisch zu erklären.

Die einfachsten Fernröhre wie sie Galiläi construirte, welcher die von Kindern aufgefundene Thatsache sofort für die Astronomie nützlich machte, bestanden aus zwei Linsen, deren Axen und Brennweiten zusammenfallen; sie zeigten die Objecte verkehrt, was bei astronomischen Beobachtungen freilich nicht weiter stört, aber sie erlaubten nur einen sehr kleinen Raum des Himmels auf einmal zu übersehen, da sie ein sehr beschränktes Gesichtsfeld darboten. Der berühmte Astronom Kepler mußte sich mit einem solchen, aus zwei convexen Linsen bestehenden Fernrohre behelfen, und erst später lernte man das Gesichtsfeld vergrößern, indem man die Ocularlinse verdoppelte, oder eine zweite, etwas von der ersteren entfernt, hinzufügte. Indessen alle diese Sammellinsen schützten vor ungenauer Strahlenbrechung nicht, sie litten sämmtlich an sphärischer Abweichung, die mit der Vergrößerung zunimmt, das Gesichtsfeld verdunkelt und

farbige Ränder verursacht. Erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts kam Leonhard Euler auf den Gedanken, die Construction des Auges nachzuahmen, um jene Fehler und Störungen zu beseitigen und er erfand das achromatische Fernrohr, freilich in seiner rohesten Gestalt, indem er zwei Glaslinsen nahm, welche, ähnlich wie ein Auge, in ihren inneren concaven Flächen verschiedene Flüssigkeiten einschlossen. Vergebens aber bemühte sich der berühmte Opticus Dollond ab, diese Euler'sche Idee praktisch auszubilden und erst sieben Jahre später bewies der schwedische Geometer Klingenstierna, daß eine fehlerfreie Refraction der Lichtstrahlen, an welcher Newton gezweifelt, dennoch ausführbar sei. Hierdurch aufgemuntert ergriff Dollond von Neuem die Eulersche Idee, wählte aber, statt der Flüssigkeiten zwei verschiedene Glasarten, das Crown- und Flintglas und es gelang ihm zum Glücke für die ganze künftige Wissenschaft völlig fehlerfreie und scharfe Objecte zu vermitteln, indem er instinctmäßig und ohne gewisse mathematische Schlüsse, eine concave Flintglaslinse mit einer biconvexen Crownglaslinse zusammensetzte. Im Jahre 1758 vollendete er das erste achromatische Fernrohr von fünf Fuß Länge.

Damit war eigentlich die Höhe der Erfindung erreicht, denn Frauenhofer in München und Plößl in Wien gründen den Ruf ihrer schönen Instrumente auf eine weitere Ausbildung der Dollond'schen Erfindung. Chemie und Physik mußten sich aber vereinigen, um die Schwierigkeit zu überwinden, große, wellenfreie Linsen, namentlich von Flintglas herzustellen, zumal die nöthige Beimischung von Blei selten in gleichförmigen Fluß kommt und im Jahre 1827 machte man Versuche mit Glasmischungen, die statt mit Blei, mit Zink, Baryt, Wismuth ꝛc. versetzt sind; dabei machte man die Entdeckung, daß die beiden Objectivlinsen nicht in unmittelbarer Berührung, sondern beträchtlich voneinander entfernt gestellt werden müssen, wenn sie ihre größte Wirkung äußern sollen, und man bezeichnete diese Weise

mit dem Worte dialytisch, auf welche Art denn Plößl in Wien die ersten Fernröhre von bedeutender Stärke gebauet hat. Die Spiegelteleskopen, wie sie Gregory, Calsegrain, Newton, Herschel 2c. benutzten, haben nur das Eigenthümliche, daß sie einen Hohlspiegel oder eine Sammellinse besitzen, wodurch ein Bild des entferntesten Gegenstandes hervorgebracht wird, auf das nun wieder der Blick durch ein einfaches oder zusammengesetztes Ocular fällt. So sind in der neueren Zeit die aplanatischen und dialytischen Fernröhre die wahren raumdurchdringenden Hülfsmittel der Astronomie geworden, und wenn man gegen sie die einfachen, mangelhaften und beschränkten Fernröhre vergleicht, mit denen einst Kepler und Galiläi arbeiteten, so muß man sich wundern, daß sie damit so bedeutende Blicke in den kosmischen Raum zu machen vermochten. Galiläi, welcher auf die erste, unbestimmte Nachricht von dem Kinderspiele in der Werkstatt des Brillenmachers die Zusammensetzung eines Fernrohres errieth, hatte sich im Jahre 1710 eben ein solches unvollkommenes Instrument verfertigt, als sein genialer Blick durch dasselbe sofort die Thäler und Berge des Mondes, die Satelliten des Jupiters, die eigenthümliche Gestalt des Saturn, die Sonnenflecken und ihre Bewegungen, sowie die Phasen der Venus entdeckte.

Hiermit hätte ich die drei hervorragendsten Hülfsmittel der Naturwissenschaft, chemische Waage, Mikroskop und Fernrohr im Allgemeinen beschrieben. — Was sie Folgenreiches vermittelt haben, zu welchen Erweiterungen der Erkenntniß sie führten, darauf werden die ferneren Betrachtungen in den folgenden Briefen noch mannigfach hinzuweisen haben.

Fünfter Brief.

Haben wir uns bisher mit der Bedeutung der neueren Naturwissenschaft, ihren aufklärenden und lebenerweiternden Einflüssen auf die Menschheit, mit ihren allgemeinen Anschauungen der Stoffe, Gestalten und Kräfte, sowie endlich mit den Hauptwerkzeugen ihrer Fortentwickelung beschäftigt, so dienten alle diese Mittheilungen zunächst dazu, einen Standpunkt zu gewinnen, von welchem aus das Verständniß der einzelnen Thatsachen und neueren Forschungserfolge leichter und mit dem Ganzen zusammenhängender wird. Es dürfte nunmehr an der Zeit und am rechten Orte sein, den Leser, welcher sein Interesse am Gegenstande bewahrt hat, an der Hand der Unterhaltung in die einzelnen, verschiedenen Wissenschaftsgebiete einzuführen und ihm in allgemeinen Umrissen die neuen Gegenden zu zeigen, welche die letzten funfzig Jahre erschlossen und wo wir, von dem übersichtlichen Standpunkte, den wir gewonnen haben, reiche Felder der wissenschaftlichen Cultur erblicken werden, auf denen der praktische Nutzen in Gestalt des Landmannes und gewerbtreibenden Bürgers säet und erndtet. — Ich brauche wol kaum eine Entschuldigung, wenn ich sage, daß man von unserem eingenommenen Standpuncte aus nicht alle Details, alle kleinen und zahllosen Einzelheiten zu sehen und erklärt zu haben fordern darf; — dazu sind lange, anstrengende und nicht für Jedermann ausführbare Wanderungen erforderlich; — betrachten wir hier die Naturwissenschaften der letzten funfzig Jahre als eine, am fernen Horizonte sich dämmernd verlierende Landschaft von der Höhe eines Berges herab — wo die hervorragendsten und ausgedehntesten Parthieen uns besonders auffallen und uns gewisse Augenpunkte gewähren, die als Merkzeichen und Charaktere für das Ganze dienen und unseren schweifenden Blick orientiren. So werden wir in dieser großen und breiten Landschaft die ver-

schiedensten Gruppirungen der Gegenstände schauen, hier Felsgestein oder Pflanzenwelt, dort eine scheinbar stille Ebene, in der aber ein geheimes Bewegen der Kräfte waltet, hier eine heitere Thierwelt, dort den Acker der Nutzanwendung, umgeben von den Fabriken des gewerblichen Wohlstandes. Nennen wir in diesem Bilde der Naturwissenschaft die eine Gruppe: Chemie, die andere: Physik, die dritte: Physiologie oder Geologie — überall treffen wir einen und denselben Charakter an, dieselbe Beleuchtung, dasselbe auf Gemeinschaft deutende Wirken und Schaffen.

Es gibt nur eine Naturwissenschaft, aber die Eröffnung so vieler neuer Felder hat derselben heut zu Tage eine Ausdehnung gegeben, daß es unmöglich geworden ist, das Ganze der speziellen Auffassung eines Menschen unterzustellen. Die Naturwissenschaft ist deshalb freiwillig in gewisse Fächer oder Branchen gruppirt, wo der eine oder andere Forscher seine besondere Arbeit sucht und findet; aber wie die einzelnen Gruppen immer nur Theile des Ganzen sind und sich gegenseitig ergänzen, so kann auch Niemand das Einzelne mit wissenschaftlichem Erfolge bearbeiten, ohne mit dem Ganzen in seinen allgemeinen Grundzügen völlig vertrauet zu sein, und Alles, was der Facharbeiter zu Tage fördert, es gehört immer dem Ganzen und fördert die Arbeit der anderen Fächer. Gemeinsame Methode des Suchens und Forschens, gleiche Erklärungsweise nach allgemeinen, festen Anschauungen, Austausch des Materials und der Einsicht — das ist der Charakter der Gegenwart. Der Chemiker arbeitet im Reiche der Elemente zugleich für den Physiker und Physiologen, der Botaniker wieder für den Chemiker und Zoologen, alle Arbeit greift wie ein von einer Geisteskraft getriebenes Uhrwerk ineinander — alle Sinne, alle geistigen Kräfte suchen Naturwahrheit.

Folgen Sie mir in die vorzüglichsten dieser Fächer — wir wollen sehen, was die Arbeit dieses Jahrhunderts geleistet, was sie an Wahrheit und Ausdehnung gewonnen, was sie dem

Menschenleben an Nutzen und Cultur dargeboten hat! — Lassen Sie uns für eine solche Wanderung im engern Bezirke der Naturwissenschaft einen Reiseplan entwerfen. Treten wir zuerst ein in das Gebiet der Chemie, schreiten wir weiter nach den Werkstätten der Physik, von da in die lebendigen Kreise der Physiologie, wo die organischen Kräfte der Pflanzen- und Thierwelt bildsam und bewegend sind, wenden wir dann den Blick über die ganze Erde und fragen wir die Geognosie nach den sichtbaren Spuren und den fortwirkenden Kräften des Schöpferwortes: „Werde!" nach dem Lebensgetriebe unseres planetarischen Mutterbodens, und richten wir dann das Auge empor gegen den Sternenhimmel mit seinen Sonnen, still fortschwebenden Geschwistern unserer Erde und dem unermeßlichen, tiefblauen Raume, und fragen wir die Astronomen, welche wissenschaftliche Kunde sie uns geben können von jenen Welten und Bewegungen.

Auf diesem Wege werden wir erfahren, was funfzig Jahre einer Wissenschaft vermochten, wenn der erkennende Geist die rechte Fährte der waltenden Gesetze fand und verfolgte.

Wir treten in das Laboratorium des Chemikers ein. —

Was erblicken wir! Was erwarteten wir nach dem Vorbilde des vorigen Jahrhunderts? Anstatt in ein unheimliches, keller- oder küchenartiges Gewölbe zu treten, wo die glühenden Kohlen unter rauchigem Schlote den geheimnißvollen Schein in das blasse Antlitz des Chemikes werfen und die Flamme des Schmelzofens die Gegenstände ringsum, als Tiegel und eiserne Retorten, Mörser und Standbüchsen, Blasebalg und Zangen, Salamander, magische Wandgemälde und die rußige Silhouettengestalt des Famulus flackernd erleuchtet — treten wir beim Chemiker der Neuzeit in ein freundliches Zimmer ein, wo wir vergebens den Schornstein und das Kohlenfeuer, die Attribute der Faust'schen Hexenküche, suchen, wol aber kleine Fläschchen und Röhrchen, kleine Glasretorten und Kolben, ein Spiritusflämmchen unter

einem kleinen Dreifuß, porzellanene Tiegelchen und Schälchen, gläserne Trichterchen, eine Berzelius'sche Lampe, ein Löthrohr, einen Retortenhalter und eine Waage, vielleicht auch einige Medicingläser, Glashafen ꝛc. vorfinden. Der ganze Apparat der Chemie unserer Zeit könnte dem Laien als gläsernes und porzellanes Spielzeug für Kinder erscheinen, wenn er nicht erführe, daß in diesen kleinen Glasgefäßen, auf dieser bescheidenen Spiritusflamme, mit diesem einfachen Löthrohre und den feinen gläsernen Röhrchen, die größten Entdeckungen in dem Gebiete der Elemente und Elementarkräfte gemacht und dieselben Processe wiederholt würden, welche im Großen die Naturerscheinungen bedingen. — Je einfacher der Apparat geworden ist, desto unmittelbarer wurde die Anschauung der Wahrheit; und dennoch, trotzdem die Chemie den ganzen Instrumentenballast der früheren Jahrhunderte abgeworfen hat, ist sie ganz und gar Experimentalchemie geworden und jeder Lehrsatz gründet sich auf den Versuch, welcher ihn jederzeit zu bestätigen vermag.

Es muß deshalb als ein Fortschritt zunächst betrachtet werden, daß die Chemie mit größerer Einfachheit ihres Verfahrens die größten Erfolge erzielte. —

Fassen wir nun zusammen, was die Chemie in dem, unserer Betrachtung vorliegenden Zeitraume geleistet hat, wodurch sie sich von früheren Jahrhunderten unterscheidet, so läßt sich der Fortschritt erst dann recht bemerken, wenn man den ganzen Hintergrund der neueren Chemie überblickt. Versuchen wir es, diesen Hintergrund zu skizziren. — Eine richtige Kenntniß der Elemente, der nicht weiter zerlegbaren Stoffe führte nicht nur auf eine große Zahl neuer Grundstoffe, sondern auch auf die reinere Ansicht von ihren chemischen Kräften, ihrem specifischen Gewichte, vom Verhalten ihrer Atome und deren Verbindungsgesetzen nach Verwandtschaft und Zahl. (Vergl. 3. Brief.) Es wurde erkannt, wie Wärme und Abkühlung auf die Cohäsionskraft und den Aggregatzustand der Körper wirkte, wie

Wärme bald die chemische Verwandtschaft weckt, bald schwächt, daß der Sauerstoff durch seine Verbindungen mit den anderen Elementen die Eigenschaften der Körper verändere und drei Oxydationsstufen mit denselben eingehe und der im gewöhnlichen Leben sogenannte Verbrennungsproceß gleichbedeutend sei mit dem Oxydationsprocesse, in dessen Folge zwei verschiedene Arten von Oxyden, saure und basische entstehen, indem Nichtmetalle mit Sauerstoff, Säuren, oxydirte Metalle aber vorzugsweise Basen geben. — Die richtige Kenntniß von den Säuren und Basen hat der Chemie viele, früher dunkle Beziehungen der Naturkörper zueinander erschlossen; man benutzte die große chemische Verwandtschaft beider Gegensätze zueinander, um viele neue Körper daraus zu bilden und die von der Natur gelieferten nachzubilden — dadurch wurde die Zahl der Salze um ein Bedeutendes größer und wir haben eine Menge derselben, von denen viele in der Medicin als Heilmittel Anwendung gefunden haben, und den Chemikern vor funfzig Jahren völlig unbekannt waren.

Als Nichtmetalle unterschied man zunächst die Elemente: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff als die eigentlichen Erzeuger der organischen Körper und die wesentlichen Bestandtheile aller Pflanzen und Thiere und nannte sie deßhalb Organogene. Dagegen bezeichnete man die nichtmetallischen Körper Schwefel und Phosphor, ihrer großen Brennbarkeit, also Verwandtschaft zum Sauerstoff wegen, als Pyrogene, Feuererzeuger, und sie führten durch Experimente auf die interessantesten Verbindungsgesetze der Körper. Man lernte an ihnen, daß in der Regel einfache Körper sich nur mit einfachen, zusammengesetzte sich nur mit zusammengesetzten verbinden, daß die Wirkung zweier Körper aufeinander eine chemische wird, wenn einer von ihnen sich im Zustande des Flüssigen oder Luftförmigen befindet, daß aufgelöste Körper, mögen sie flüssig oder in Dampf oder Gas vertheilt sein, bei plötzlicher Rück-

kehr in einen festen Zustand, als feiner Staub niedergeschlagen werden, daß alle porösen Körper Gasarten in sich aufnehmen und verdichten, daß endlich die Körper unvollständig und langsam oder rasch und vollständig verbrennen können, je nachdem sie auf die eine oder andere Art schnell oder langsam, reichlich oder gering den Sauerstoff zugeführt erhalten. — Man lernte aber auch das Gesetz und das Gewaltrecht des stärkeren Elementes in der Chemie verstehen, worauf die einfache Wahlverwandtschaft beruhet, indem ein Körper, wenn er in einer bereits zwischen zwei anderen Körpern geschlossenen Verbindung einen antrifft, zu dem er eine stärkere Anziehung hat, jenen schwächeren austreibt und sich an dessen Stelle setzt. Auf diese Weise können zwei bereits geschlossene Verbindungen ihre Elemente gegenseitig austauschen, ja es gibt sogar eine prädisponirende Verwandtschaft, wo die Anziehung zweier Körper erst mit Hülfe eines dritten, gewöhnlich durch eine starke Säure oder Basis, angeregt wird. Der Chemiker lernte nicht nur die Körper mit Sauerstoff verbinden, sondern sie auch von ihrem Sauerstoffe befreien (desoxydiren) und die Erfahrung führt ihn auf eine Menge von Stoffen, welche dazu dienen, irgend einen chemischen Stoff zu erkennen und aus den Verbindungen mit anderen Elementen zu trennen. Man nannte diese wichtigen Stoffe, welche in ihrer Zahl und Anwendung gerade in unseren Zeiten so bedeutend erweitert sind, Reagentien und man benutzt sie, indem man den zu prüfenden Stoff auflöset, das Reagens hinzumischt und nun aufmerkt, ob er mit einem Elemente des gelösten Körpers eine feste Verbindung eingeht und damit einen Niederschlag erzeugt, oder ob seine Gegenwart Farbe, Geruch oder andere Eigenschaften des untersuchten Körpers verändert. — Die chemische Analyse dieser Art ist ein, mit vielen Mühen erworbenes Resultat der neueren Wissenschaft. —

Unter dem Namen Halogene oder Salzbilder, unterschied

man diejenigen Nichtmetalle, welche eine weit stärkere Verwandtschaft zum Wasserstoffe, als zum Sauerstoffe haben und damit Wasserstoffsäure bilden. Sie verbinden sich als Säuren auch mit den Metallen als sogenannte Haloidsalze und die neuere Chemie kennt deren fünf, nämlich: Chlor, Brom, Jod, Fluor und Cyan. — Auch sie geben dem experimentirenden Chemiker manche Einsicht in das allgemeine Gebiet der chemischen Gesetze. Man lernte die Krystalle bilden nicht nur aus Auflösungen und geschmolzenen Körpern, mittelst der Verdunstung und Erstarrung, sondern auch aus Dämpfen, mittelst der Abkühlung. — Die Natur hatte schon seit Jahrtausenden auf diese Weise aus dem abgekühlten Wasserdunste Schneekrystalle zu bilden gewußt — die Wissenschaft lernte davon, aus Joddämpfen sofort Jodkrystalle zu erzeugen. Die Krystallbildungsversuche enthüllten die Eigenschaft mancher Körper, (z. B. Kohle, Schwefel) nicht nur eine, sondern zwei oder mehre verschiedene Krystallformen annehmen zu können, (dimorphe und polymorphe), während wieder andere gar keine bestimmte Gestalt erreichen und als pulverige oder unregelmäßige, glasartige Masse fest werden (amorphe). Obgleich einfache Körper sich nur mit einfachen zu verbinden pflegen, so erkannte man doch auch Ausnahmen von dieser Regel, so z. B. am Cyan, welches sich auch mit zusammengesetzten Körpern ganz ebenso zu verbinden geneigt ist, als ob sie einfache, chemische Elemente wären. — Die Fähigkeit, sich mit anderen Körpern zu verbinden, ist im Augenblick, wo ein Element aus einer Combination ausscheidet, bedeutend stärker, als vor- oder nachher; von dieser Erfahrung hat die neuere Chemie manche nützliche Anwendung zu machen gewußt, und ebenso von der Thatsache, daß das Wasser auch Gase aufzulösen und das um so mehr vermag, je kälter es ist und daß auch schon durch Lichteinfluß chemische Combinationen veranlaßt und getrennt werden können. —

Die beiden Elementarstoffe Bor und Kiesel, hat man, weil sie zur Glaserzeugung dienen, besonders Hyalogene genannt und sie kommen immer nur oxydirt, also als Boraxsäure und Kieselsäure vor. Sie beschließen die Reihe der Nichtmetalle, welche sämmtlich schlechte Leiter für Wärme und Electricität sind, durch Galvanismus immer am positiven Pole abgeschieden werden, also electronegative Körper sind, und sich, mit geringer Ausnahme, leicht mit dem Wasserstoffe verbinden können, aber, mit Sauerstoff vereinigt, nicht wie die Metalle basische Oxyde, sondern Säuren bilden. —

So knüpfen sich durchgehends neue Einsichten in die Gesetzgebung der Natur jederzeit an die Bekanntschaft der Körper. Dasselbe gilt von den Säuren, welche durch die Verbindung der Nichtmetalle mit Sauerstoff entstehen und deßhalb insbesondere Sauerstoffsäuren genannt werden. Auch in dieser Körpergruppe wußte die Chemie die Gesetzlehre zu vervollständigen. Die hier gemeinten Körper sind z. B. Salpetersäure (Stickstoff und Sauerstoff), Kohlensäure (Kohlenstoff und Sauerstoff), Schwefelsäure (Schwefel mit Sauerstoff), Phosphorsäure (Phosphor und Sauerstoff), Chlorsäure, Kieselsäure 2c. — welche mit den Basen zusammen Sauerstoffsalze bilden, im reinen Zustande aber sauer schmecken und das blaue Lackmußpapier röthen, meist auch mit einer gewissen Menge Wasser chemisch verbunden sind nnd dann Hydrate genannt werden. — So kennt man einige Säuren, welche gar nicht ohne Antheil Wasser bestehen können und es ist dasselbe deßwegen Constitutionswasser genannt worden. — Die Anziehungskraft der Säuren zu den Basen ist verschieden und zwar nach der Natur der Säure selbst, als auch nach dem Grade ihrer Verdünnung. Schwefelsäure vereinigt sich mit den Basen weit lieber, als es bei der Kohlensäure der Fall ist und die stärkerverwandte Säure vermag die schwächere aus ihrer etwa eingegangenen Verbindung wegzutreiben. Diese Stärke der

Affinität ändert sich aber auch nach der Temperatur und eine Säure, die das Bestreben nicht hat, sich in trockner Hitze zu verflüchtigen, bekommt dabei eine weit stärkere Anziehungskraft zu den Basen, als sie bei gewöhnlicher Temperatur hatte, wo sie sogar noch schwächer erscheint, als die flüchtigen Säuren.

Schlagen wir das Gesetzbuch der neueren Chemie noch weiter auf, so erfahren wir, daß diejenigen Nichtmetalle, welche wir vorhin als Halogene bezeichneten, nicht vom Sauerstoff, sondern vielmehr, aus innrer Verwandtschaft, vom Wasserstoffe gesäuert werden. Haben sie zwischen Sauerstoff oder Wasserstoff die Wahl, so vermählen sie sich mit dem letzteren. Während aber der Sauerstoff je nach dem Grade seines Zutrittes, verschiedene Säuren zu bilden vermag, z. B. mit dem Schwefel schweflige und Schwefelsäure, so bringt der Wasserstoff mit den fünf Halogenen: Chlor, Jod, Brom, Fluor und Cyan immer nur eine einzige Säure hervor, weil er sich nur in einem Verhältnisse mit ihnen verbinden kann. Das geschieht dann immer in gleichen Atomen. Man hat diese Verbindungen Wasserstoffsäuren genannt und an ihnen die Erfahrung gemacht, daß sie mit Metallen sich zu den Haloidsalzen vereinigen, indem sie ihren Wasserstoff entweichen lassen. Als solche Haloide aber können sie zweierlei Verbindungen mit Metallen eingehen, eine stärkere, z. B. Bromid, Chlorid, und eine schwächere, z. B. Bromüre, Chlorüre, genannt — Körper und Namen, von denen die frühere Chemie keine Ahnung hatte. Alle anderen Nichtmetalle (außer den obengenannten Halogenen) können sich allerdings auch mit Wasserstoff verbinden, aber sie bilden (mit alleiniger Ausnahme des Schwefels) keine saure Körper und der Stickstoff wird sogar, mit Wasserstoff verbunden, das Gegentheil von Säure, nämlich ein basischer Körper, das bekannte Ammoniak. — Die neuere Chemie bezeichnet deßhalb alle Körper, welche als Nichtmetälle (und zwar als Organogene, Pyrogene) mit Wasserstoff keine Säure zu bilden ver-

mögen, als indifferente oder neutrale Körper, wozu z. B. unser Wasser, (Sauerstoff und Wasserstoff) unser Leuchtgas (Kohlenstoff und Wasserstoff) das Phosphorwasserstoffgas (Phosphor und Wasserstoff) gehören.

Die bisher genannten Sauerstoffsäuren und Wasserstoffsäuren werden unter dem gemeinschaftlichen Namen der Mineralsäuren zusammengefaßt. Ihnen gegenüber aber gibt es noch Säuren, welche wir zwar theilweise aus organischen Stoffen chemisch nachzubilden vermögen, von der Natur aber auch gleich fertig in Pflanzen und Thieren dargestellt werden. Sie sind die organischen, und entweder vegetabilischen oder animalischen Säuren, wie z. B. Weinsäure, Citronensäure, Kleesäure, Essigsäure, Milchsäure 2c., deren nähere Bekanntschaft ganz der neueren Chemie angehört. Wir kennen sie als die angenehmen Erfrischungsmittel; mit jedem Apfel, den wir verzehren, jedem Blättchen Steinklee, das wir im Walde am heißen Sommertage käuen, schmecken wir eine organische Säure. — Auch über sie ist das wissenschaftliche Gesetzbuch Auskunft zu geben fähig — alle Pflanzensäuren bestehen, mit Ausnahme der Kleesäure, aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff, sie alle werden durch das Pflanzenleben producirt und in den Geweben entweder von Basen gebunden und Salze darstellend, oder frei angetroffen, sie haben die Eigenthümlichkeit, die allen Mineralsäuren abgeht, daß sie durch Hitze vollkommen verkohlt und verbrannt werden können und die Chemie außer Stande ist, sie aus ihren Elementen wieder zusammenzusetzen. Wenn einige Pflanzensäuren sich künstlich herstellen lassen, so kann das nur durch chemische Verwandlung von Pflanzenstoffen geschehen. —

In der neueren Chemie hört man so oft das Wort Radical, nach dessen Bedeutung man in älteren, chemischen Büchern vergeblich suchen würde. Es bedeutet bekanntlich in rein sprachlicher Hinsicht soviel als Wurzel oder Grundlage. So bezeichnet man auch in der Chemie damit den hauptsächlichsten

Grundbestandtheil einer chemischen Verbindung, z. B. ist Kohle das Radical von Kohlensäure, Chlor von Chlorsäure — und wo bei den Pflanzensäuren drei Elemente, nämlich Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff, sich vereinigt haben, da betrachtet man immer die beiden, welche vom dritten gesäuert wurden (was entweder durch Sauer- oder Wasserstoff geschieht) gemeinschaftlich als Radical, weshalb man auch sagt, solche organische Säuren haben ein zusammengesetztes Radical, wogegen alle Mineralsäuren nur ein einfaches haben können. So ist auch bei Salzen die Base das Radical, z. B. Eisen in Eisenoxyd, Eisenoxydul in Eisenvitriol, rc. — Bemerkenswerth ist noch das Quantitätsverhältniß der Basen und Säuren zueinander, wenn sie sich verbinden. Was wir im früheren Briefe als Aequivalente kennen lernten, findet hier wieder eine neue Anwendung. Wie sich alle Elemente nur in ganz bestimmten Zahlenverhältnissen ihrer Atome und Volumina miteinander mischen, so fordert auch die Säure, um Salz zu bilden, immer eine ganz bestimmte Menge von der Base, dem Sauerradicale. — Man sagt, die Säure bedarf so und so viel zu ihrer Sättigung, denn im Salze ist die Säure nicht mehr sauer, die Base nicht mehr alkalisch oder metallisch, beide Eigenschaften haben sich zum neutralen Salze verbunden. — Und da ist die interessante Entdeckung gemacht worden, daß alle ungleichen Mengen von verschiedenen Basen, welche z. B. nöthig sind, um 100 Loth Schwefelsäure zu sättigen, (wozu 118 Loth Kali, 90 Loth Eisenoxydul, 70 Loth Kalk, 278 Loth Bleioxyd rc. gehören) doch immer genau 20 Loth Sauerstoff enthalten, weshalb man die Zahl 20 die Sättigungsfähigkeit oder Capacität der Schwefelsäure genannt hat. Aehnlich hat man auch von anderen Säuren die Sättigungszahl gefunden, z. B. für Kohlensäure 36¼, für Salpetersäure 14¾ — also jede Base, welche hundert Loth Kohlensäure neutralisiren soll, muß 36¼ Loth Sauerstoff enthalten und danach

richtet sich die Menge, welche von der Base genommen werden muß. Ebenso wie diese Basen verhält sich auch das Quantum Wasser, welches mit einer Säure chemisch verbunden ist. — Man sieht hieraus abermal, wie die heutige Chemie auf dem sicheren mathematischen Grunde der Zahlenverhältnisse feststeht.

Ein neuer Horizont, der den menschlichen Blick in die Gesetzgebung der elementarischen Natur erweiterte, öffnete sich mit der näheren Bekanntschaft derjenigen Körper, welche man Metalle genannt hat. Schon auf dem bislang durcheilten Felde der Nichtmetalle wird der Laie zur Ueberzeugung gekommen sein, daß die Chemie der Gegenwart nicht mehr der romantischen Vorstellung des Volkes entspreche und ebensowenig eine Höllenküche elementarischer Geheimnisse, wie ein oberflächliches Spiel mit Analysen und Combinationen ist und wie sehr der Diener des berühmten Chemikers Berzelius unwissend war, als er auf die Frage: „was denn eigentlich die Chemie sei, wodurch sein Herr so berühmt geworden?“ die Antwort gab: — „Zuerst muß ich allerlei Dinge in großen Flaschen holen, dann werden sie in kleinere gefüllt, aus diesen wieder in noch kleinere gegossen, endlich Alles wieder in einen alten Eimer gethan, den ich täglich hinaustragen und in die Gosse leeren muß — das ist Chemie.“ — —

Die Wissenschaft, hat die Classe der metallischen Körper in leichte und schwere Metalle unterschieden und an ihnen eine Reihe von Zuständen und Verwandlungen erkannt, welche auf die bedeutsamsten Gesetze geleitet haben. Durcheilen wir zunächst das Gebiet der leichten Metalle, um das Gesetzbuch der neueren Chemie weiter zu lesen, so treffen wir im Vorgrunde auf eine Gruppe, welche man Alkalimetalle benannte und von denen wol Jedem die Namen Kalium, Natrium, Ammoniak, begegnet sind, da aus Kalium und Kohlensäure unsere Pottasche, aus Natron und Kohlensäure unsere Soda, aus Ammoniak und Salzsäure das so oft als Heilmixtur verordnete

Salmiak besteht. Fragen wir aber, was die Wissenschaft von diesen Alkalien erfahren hat, so geben uns diese Körper selbst Antwort, wenn wir das Experiment auf sie anwenden. Da hat sich denn herausgestellt, daß in der gesammten Körperwelt der Elemente Kalium und Natrium die größte Anziehungskraft zum Sauerstoff haben und ich lade meine Leser ein, sich ein hübsches Schauspiel zu bereiten, ein Stückchen Kalium in einen Teller voll Wasser zu werfen und zu sehen, wie es mit Heftigkeit darin herumspringt und unter violetter Flamme verbrennt. Das geschieht, indem es den Sauerstoff des Wassers stürmisch an sich zieht, dadurch heiß wird, den freiwerdenden Wasserstoff entzündet und sich selbst dabei zersetzt. Die mit Sauerstoff verbundenen Alkalimetalle haben sich als die stärksten Basen erwiesen; so das oxydirte Kalium (Kali oder Aetzkali) das Natriumoxyd (Aetznatron) und das oxydirte Ammoniak (Aetzammoniak), welche man gewöhnlich Alkalien nennt und welche man in der alten Chemie als vegetabilisches, mineralisches und flüchtiges Laugensalz unterschied. Ihr Geschmack ist wie scharfe Lauge, sie lösen sich leicht in Wasser auf und haben auf Pflanzen und Thiere eine ätzende Wirkung. Ebenso begierig, wie die Alkalien den Sauerstoff an sich reißen, saugen sie auch die Kohlensäure ein und verwandeln sich dabei in kohlensaure Alkalien, welche selbst im Glühzustande die Kohlensäure nicht wieder hergeben, dieselbe aber sofort, wie man es an jedem bekannten Brausepulver sieht, von sich lassen, sobald sie mit einer anderen Säure in Berührung gebracht werden. Bemerkenswerth ist noch von diesen Alkalien, daß sie für das Gewerbe wichtig geworden sind, indem Kali und Natron, mit Sand (Kieselerde) vermischt und geschmolzen zu Glas werden, mit Fett verbunden aber die Seife darstellen. —

Eine andere Metallkörpergruppe wird durch die Erdalkalimetalle dargestellt. Hier sind zu nennen: Kalkerde, Baryterde, Strontianerde und Talkerde. — Auch sie haben, ganz wie die

Alkalien, eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff und bilden damit alkalische Erden, welche basische, aber schwer auflösliche Körper sind. Nach den Alkalien sind sie als die stärksten Basen erkannt worden, welche eine weniger ätzende Eigenschaft besitzen, im Wasser völlig unlöslich sind, eine große Begier nach Kohlensäure haben, die sie aber, im Gegensatze zu den Alkalien, in der Glühhitze wieder hergeben, und welche endlich, mit Fett verbunden, unauflösliche Seifen bilden, während die Alkalienseifen sehr leicht auflösbar sind.

Die Gruppe der Erdmetalle beschließt die Classe der Körper, welche die neuere Chemie als leichte Metalle bezeichnet. Hierher gehören: Aluminium (Thon und Lehm), sehr wichtig für unsere Ackerböden, ferner alle Verbindungen der Thonerde mit Schwefelsäure, oder Alaunerde, schwefelsaure Kalithonerde (Alaun) ꝛc. Die ältere Chemie hielt alle Erden für elementarische, einfache Körper, indessen sind sie immer Verbindnngen der genannten Erdmetalle mit Sauerstoff, welche sich im Wasser nie auflösen, sich nicht mit Kohlensäure verbinden, aber, eben durch die Thonerde, ein Hauptbestandtheil unserer Aecker und Felsen sind. Versuche mit diesen Erdmetallen führten auf die Neutralsalze, wodurch solche chemische Verbindungen bezeichnet werden, in denen auf jedes Atom Sauerstoff, welches in der Base enthalten ist, ein Atom Säure kommt; wenn sich solche Neutralsalze mit noch mehr Säureatomen verbinden, wie es bei einigen möglich ist, so hat man sie saure Salze genannt, während entgegengesetzt gewisse Neutralsalze, in denen die basischen Atome vorwalten, basische Salze und die Verbindung zweier verschiedener Salze als Doppelsalze bezeichnet werden, deren Bedeutung schon in einem vorhergehenden Briefe, bei Gelegenheit der chemischen Combinationsgesetze, mitgetheilt wurde. Bemerkenswerth ist noch, daß die an sich werthlos erscheinende Thonerde im geschmolzenen Zustande hart und glasartig und in ihrer Härt

nur vom Diamant übertroffen wird. Die Natur hat einst, zur Zeit ihrer großen Feuerrevolutionen, eine solche Hitze entwickelt, daß die Thonerde geschmolzen und beim Abkühlen krystallisirt ist. In diesem Zustande finden wir sie als Rubin und Sapphiredelstein. Durch starke Hitzegrade im Knallgasgebläse gelingt es auch den heutigen Chemikern, kleine Quantitäten Thonerde zu schmelzen und künstliche Rubine zu bereiten. —

Die schweren Metalle hat die Chemie ebenfalls in mehre Gruppen getheilt. Eisen, Mangan, Kobalt und Nickel, Zink, Cadmium, Zinn und Uran bilden eine Gruppe, da sie die gemeinsame Eigenschaft haben, in der Glühhitze oder in Gegenwart einer Säure, das Wasser zu zersetzen und sich in verdünnten Säuren aufzulösen. — Auf ihrer untersten Oxydationsstufe sind sie basische Körper; man findet sie nie gediegen, sondern stets mit Sauerstoff verbunden, also als Oxyde, in der Natur an und ihr Verhalten gegen niederschlagende oder sogenannte Fällungsmittel hat der Chemie ein sicheres Unterscheidungszeichen der electropositiven von den electronegativen Metallen an die Hand gegeben. Die oben genannten Körper, Eisen bis Uran, sind positive Metalle und will man aus ihren sauren Auflösungen dieselben niederschlagen (fällen), um sie zu erkennen, so kann das nur allein durch Schwefelwasserstoffammoniak geschehen, wodurch sie Schwefelmetalle werden, nicht aber durch Schwefelwasserstoffwasser, wodurch, ebenso wie auch durch das erstere Fällungsmittel, alle anderen (negativen) Metalle in Schwefelmetalle sich umgestalten. — Eine andere Gruppe wird durch die Metalle Blei, Wismuth, Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold und Platin dargestellt; sie haben die gemeinsame Eigenschaft, daß sie unfähig sind, das Wasser zu zersetzen, d. h. demselben seinen Sauerstoff zu entziehen und daß sie sich nur in concentrirten Säuren auflösen. Auf unterster Oxydationsstufe sind sie basische Körper, höher oxydirt aber verhalten sie sich bald wie Basen, bald wie Säuren; in der Natur

trifft man sie selten als Oxyde, sondern meist im gediegenen Zustande an, zuweilen mit Schwefel verbunden, sie besitzen ein großes, specifisches Gewicht und heißen edle Metalle. — Eine letzte Gruppe bilden die, größtentheils der neueren Chemie erst bekannt gewordenen, schwermetallischen Körper: Wolfram, Molybdän, Tellur, Titan, Tantal, Vanadin, Niobium, Pelopium, Chrom, Antimon, Arsenik, welche ebenfalls unfähig sind, das Wasser zu zerlegen, deshalb nur in concentrirten Säuren sich auflösen. Ihre höheren Oxydationsstufen sind immer Säuren, ihre niedrigsten aber basische Körper. Sie sind in der freien Natur meist an Schwefel gebunden und zwei von ihnen, nämlich Antimon und Arsenik, theilen die Eigenschaft der Nichtmetalle, sich mit Wasserstoff in Gasform zu verwandeln.

Das wäre in allgemeinen Grundzügen das Verfassungsgesetz und der Hintergrund der gegenwärtigen Chemie im Reiche der anorganischen Natur. Aber auch in der organischen Welt, im Lebensgebiete der Pflanzen und Thiere, hat die Chemie ihren Blick erweitern und ihr Gesetzbuch niederschreiben können, ja man darf mit vollem Rechte die organische Chemie das Resultat der letzten funfzig Jahre nennen. Wie eng war noch im vorigen Jahrhundert der Umfang der Körperkenntniß, wie anhaltslos die Deutung der chemischen Processe im organischen Leben! Die geheimnißvolle Lebenskraft mußte Alles erklären helfen und der philosophische Geist wagte sich mit einer gewissen Scheu gar nicht an den verhüllten Chemismus der Pflanzen und Thiere. —

Ich habe schon in einem früheren Briefe über die elementarische Verbindungsweise der organischen Körper geredet; — die Verbindungen der Pflanzenstoffe sind äußerst mannigfaltig und ihre Kenntniß gehört recht eigentlich den letztverflossenen zwanzig Jahren an. — Viele Tausende solcher Verbindungen sind in dieser Zeit entdeckt worden und es werden immer noch neue entdeckt. Nur das Leben kann diese organischen Verbin-

dungen hervorbringen, doch hat man auch die Producte der Veränderung natürlich vorkommender organischer Stoffe so genannt. Da die organischen Stoffe sich in jedem Augenblicke verändern, wie durch Athmen, Blutlauf, Verdauung, Absonderung 2c. während des Lebens, oder durch Gährung, Fäulniß und Verwesung, Verkohlung und Verbrennen, nach dem Entweichen der Lebenskraft, oder auch durch künstliche Behandlung mit Säuren und Basen, so geht schon daraus hervor, wie mannigfaltig die Zahl der Veränderungen sein muß. Indessen vergeht bei allen diesen Veränderungen nur die Gestalt des organischen Körpers, ihre Grundstoffe oder Bestandtheile bleiben immer dieselben und wenn sie auch hier und da zu verschwinden scheinen, so weiß die Chemie sie doch wieder zu finden, indem sie dann nur luftförmige Gestalt angenommen haben. So weit nun auch die organische Analyse gediehen ist, so genau und geschickt der Chemiker der Gegenwart auch die organischen Verbindungen zu zersetzen und in neue Körper umzubilden gelernt hat, so ist es für den Augenblick noch nicht möglich geworden, außer einigen unbedeutenden Ausnahmen, organische Verbindungen auf künstlichem Wege zusammenzusetzen oder nachzubilden, obgleich man ganz genau weiß, daß die Elementarbestandtheile aller organischen Körper nichts Anderes als Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff sind, zu denen auch nach Umständen Schwefel, Phosphor, Kalk, Kalium 2c. hinzutreten. Aber die unbegrenzte Art, in welcher sich jene vier Grundstoffe untereinander verbinden und mit anorganischen Körpern mischen, hat der Chemie zwar die Verbindungsgesetze enthüllt, jedoch auch die Möglichkeit der künstlichen Nachahmung immer weiter hinausgerückt, denn es kommt in der organischen Körperwelt nicht auf große, etwa der Mannigfaltigkeit der Gestalten entsprechende Verschiedenheit der Bestandtheile an, sondern ganz besonders auf eine mannigfaltige Nebeneinanderlegung (Gruppirung) der Bestandtheile, die,

wie ich das schon früher im dritten Briefe andeutete, aus ganz gleichen Elementen ganz neue Körper hervorgehen läßt, je nachdem ein Atom mehr oder weniger da ist, oder gleiche Zahlen sich nur neu gruppiren in ihrer Lagerung. Die neuere Chemie hat diese Theorie (ein Pendant zu der Oscillations-Theorie der Physik) aufstellen müssen, weil sie sich auf keine andere Weise erklären kann, wie ganz gleiche Elemente in Namen und Zahl die verschiedensten organischen Körper darstellen können. Solche bestimmte Atomengruppen gibt es nun in der Pflanzenwelt, welche der neueren Chemie insbesondere ihre Lebensformen erschlossen hat und die wir zunächst betrachten wollen, mehre, allgemein verbreitete, die sich in jeder Pflanze vorfinden; sie heißen Pflanzenfaser, Stärke, Gummi, Schleim und Zucker. — Man nennt sie indifferente Stoffe, weil sie weder sauere noch basische Eigenschaften haben, sie bilden den Hauptbestandtheil unserer vegetabilischen Nahrungsmittel und sind für den thierischen Lebensprozeß von großer Wichtigkeit. Ein chemischer Charakterzug ist aber noch, daß sie nur aus Sauer-, Wasser- und Kohlenstoff bestehen und zwar Sauer- und Wasserstoff in gleichem Verhältnisse wie das Wasser. Man nennt obige Stoffe die stickstofffreien Pflanzenmaterien und unterscheidet sie (was noch für das Thierleben und seine Nahrung wichtig wird) von den stickstoff- und schwefelhaltigen Pflanzenstoffen, welche sich als Pflanzeneiweiß, Casein (Käsestoff) und Kleber darstellen. Alle Vegetabilien haben einen oder mehre dieser stickstoffhaltigen Körper in ihren Säften, das Eiweiß finden wir z. B. in Gemüsepflanzen, öligen Samen, das Casein in den Hülsenfrüchten, den Kleber (Pflanzenfibrin) vorzüglich in den Getreidekörnern.

Alle stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile zersetzen sich sehr leicht und gehen in Gährung, Fäulniß und Verwesung über; kommen sie dabei mit anderen gährungsfähigen Stoffen in Berührung, so regen sie diese ebenfalls dazu an; sie sind ebenfalls

durch alle Pflanzen verbreitet und von großer Bedeutung für das Thierleben. Man hat ferner die Gruppen der in dem Pflanzenleben erzeugten Fette, flüchtigen Oele und Harze näher kennen gelernt, welche sämmtlich stickstofffrei, arm an Sauerstoff, aber reich an Wasserstoff sind, uud eben durch ihr chemisches Verhalten für die Technik in ausgedehnter Weise nutzbar gemacht werden konnten. Dasselbe gilt von den Extractivstoffen, Farbestoffen und Pfanzenbasen, welche da, wo sie vorkommen, den Pflanzen die Eigenthümlichkeit der Farbe, des Geschmacks und der Wirkung verleihen. Die Pflanzenbasen (oder Alkaloide) sind namentlich Resultate der neueren Chemie und von dieser der Medicin zur Nutzanwendung überwiesen worden, wie z. B. Aconit, Chinin, Coffëin und Thëin, Solanin, Stychnin, Nicotin, Veratrin, Morphin ꝛc. sie alle sind heftige Gifte. Alle Pflanzenbasen enthalten Stickstoff, können sich, wie die unorganischen Alkalien (Natrum und Kali) mit Säuren zu Salzen verbinden und werden in dieser Form gewöhnlich als Heilmittel verordnet. So ist z. B. das gegen Wechselfieber gebräuchliche Chininum sulphuricum eine Verbindung von der Pflanzenbase Chinin und der Schwefelsäure. —

Es gibt aber auch Pfanzensäuren, von denen wir die Säuren der Trauben, Citronen, Aepfel ꝛc. im gewöhnlichen Leben täglich kennen lernen können, andere, wie z. B. die Gerbersäure und Gallussäure zur Bereitung des Leders und der Dinte anwenden sehen. Die neuere Chemie kann aber noch eine längere Reihe solcher Säuren aufzählen, darunter auch mehrere seltenere, wie z. B. Bernsteinsäure, Benzoësäure, Nelkensäure, Korksäure, Meconsäure, Chinasäure ꝛc. — Das Pflanzenleben bedarf aber auch noch der Mineralien; welche in die Combinationen seiner Köperbildungen eingehen und während des Lebens manche Eigenthümlichkeiten in Gestalt, Farbe und Geschmack der Pflanzen bedingen, beim Verbrennen aber als

Asche zurückbleiben. Dahin gehören: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kohlensäure, Kieselsäure, Schwefel, Chlor rc. Die Gegenwart dieser Stoffe im Boden bedingt das Gedeihen oder Verkümmern der Acker- und Feldpflanzen. Hierüber vermag die neuere Chemie interessante Aufschlüsse zu geben und es hat sich eine Agricultur-Chemie entwickelt, von der frühere Zeiten nichts wußten.

Enthüllen wir noch schnell den Hintergrund der animalischen Chemie, so zeigt sich auch hier ein unaufhörliches Bewegen, Bilden, Verwandeln und Zerfallen der Stoffe. Aber die Chemie hat die Stoffe und Gesetze mit scharfem Auge zu unterscheiden gelernt und das Verständniß derselben zu gewinnen gewußt. Sie kann nachweisen, daß der Thierkörper, trotz seiner höheren Lebenskraft doch nur solche Stoffe in seine chemische Combination aufnehmen kann, welche zuvor vom Pflanzenleben erzeugt wurden. Erst nachdem diese in dem Thierkörper assimilirt sind, kann ein Thier zur Nahrung des anderen dienen. — Und was die Pflanze zur Bilduug bedarf, das Ammoniak und die Kohlensäure, das stößt das Thier wieder ab, verzehrt aber die Pflanzenfaser, den Zucker, das Gummi und Fett, Eiweiß, Casein, Kleber, Fleisch und Blut. — Ich werde noch einmal auf den Chemismus des thierischen Lebens zurückführen, und begnüge mich daher einstweilen mit der Andeutung, daß das Thierleben auf die chemischen Resultate der Pflanzenwelt gestützt ist; mit dieser Einsicht wurde die neuere organische Chemie zu dem Einflusse erhoben, welchen sie auf die Physiologie und Medicin seitdem ausgeübt hat.

In dem Vorhergehenden war es meine Absicht, den allgemeinen Hintergrund der heutigen chemischen Naturanschauung zu skizziren. Von diesem realen Hintergrunde schreitet die Chemie nunmehr als Gesetzgeberin der elementaren Welt fort. — Nunmehr bedarf es kaum einer erklärenden Beigabe mehr, wenn von den bedeutenden Entdeckungen und deren

nützlichen Anwendungen auf das bürgerliche Leben das Eine oder Andere hervorgehoben wird.

So ist die richtige Erkennung des Gährungsprozesses außerordentlich wichtig geworden, wobei sich wieder die Thatsache herausgestellt hat, daß verschiedene Stoffanlagerung auch verschiedene Gestaltung bedingt, denn während der Gährung entwickelt sich eine pilzartige Pflanze, die Hefenpflanze, welche durch ihre Vermehrung die gährende Masse zu vermehren vermag, indem sich Zelle aus Zelle entwickelt. In allen zuckerhaltigen oder eiweißhaltigen Pflanzenstoffen, wenn sie der warmen Luft ausgesetzt werden, geht eine chemische Umsetzung vor sich, deren Resultat in zuckerhaltigen Stoffen: Weingeist und Kohlensäure ist; bei stärkehaltigen Stoffen aber (wie Gerste, Weitzen, Roggen und Kartoffeln, zum Zwecke des Brotteiges) muß durch das Maischen des Gerstenmalzes erst ein eigenthümlicher Stoff, Würze genannt, und aus Dextrin und Zucker bestehend, gebildet werden, der die chemische Vermittlung übernimmt. Der Sauerteig der Bäcker besteht aus der obengenannten Hefenpflanze, welche die übrige Teigmasse zur Gährung ansteckt. Die tiefere Einsicht in die Gährungsprozesse hat den Weinfabrikanten, Bierbrauern, Branntweinbrennern, Essigbrauern und Bäckern viele frühere Schäden aus Unwissenheit erspart, und die Natur der Körper näher kennen lernen. — Es fehlt mir an Raum, alle die Tausende von neuen Entdeckungen und technischen Anwendungen aufzuzählen, man vergleiche aber nur einmal den in diesem Briefe skizzirten Hintergrund der heutigen Chemie mit dem berühmtesten Lehrbuche vor 50 bis 100 Jahren und man wird über die Klarheit der Gegenwart erstaunen. Hat doch die Chemie sich auch thätig erwiesen, um der Kunst zu nützen. Die Kenntniß von der zersetzenden Eigenschaft des Lichtes und von dem Körper „Jodsilber“ mußte vorhergehen, um Daguerreotypen herzustellen, wo das Jodsilber es ist, welches, auf einer polirten, den Joddämpfen bis zur blaßgelben Färbung ausge-

setzten Silberplatte dem Lichte, und zwar dem Bilde der Camera obscura unterworfen wird; mußte doch die neuere Chemie erst die Zersetzbarkeit aufgelöster Metalloxyde durch den galvanischen Strom nachweisen, um aus flüssigem Kupfervitriol galvanoplastische Gegenstände niederzuschlagen, oder mit aufgelöstem Salpetersilber oder Chlorgold zu versilbern und zu vergolden. — So hat die Chemie gelehrt, Gasarten unschädlich und andere wieder zum täglichen Bedürfniß nützlich zu machen, wie das Leuchtgas, womit wir unsere Gassen und Hausräume erleuchten — eine Verbindung von Kohlenwasserstoff, welche durch trockene Destillation der Steinkohlen, des Holzes, Harzes rc. gewonnen wird. Durch Darstellung von Schwefelkohlenstoff hat die Chemie ein auffallendes Beispiel geliefert, wie zwei feste Körper durch ihre Verbindung sofort einen flüssigen, wasserhellen darzustellen im Stande sind, während gewöhnliche gebleichte Baumwolle, also reine Holzfaser, vier bis fünf Minuten lang in einer Mischung von 1 Gewichtstheile rauchender Salpetersäure und $1^1/_2$ bis 2 Gewichtstheilen Schwefelsäure getaucht, dann völlig ausgewaschen und bei 40° R. getrocknet, die schießpulverartige Eigenschaft bekommt, durch rasche Erwärmung, wie durch Schlag in Entzündung und Explosion überzugehen, d. h. sich augenblicklich zu zersetzen.

Ein Beispiel, wie die heutige Chemie einen Körper zu betrachten pflegt und was sie Alles aus seinem Verhalten herauszulesen versteht, möge uns das Kochsalz, das gebräuchlichste und bekannteste Küchen-Mineral liefern. Dann werde ich diesen Brief, mit einem Blicke auf die neuesten Gebiete der Chemie, nämlich auf Agricultur-Chemie und die chemische Lehre von den Nahrungsmitteln der Pflanzen und Thiere beschließen.

Das Kochsalz bietet uns bekanntlich die Natur dar als Steinsalz, welches der Bergmann aus seinen Gruben zu Tage fördert, und tief im Grunde der Erde oft eine 100 Meilen lange Salzwelt mit Gewölben und Kirchen, Kammern und

Gängen durch Menschenhand geworden ist. Auf anderem Wege liefert uns die salzige Quelle, deren Wasser durch unterirdische Salzlager streicht und dieselben allmälig auflöset, in den bekannten Salinen das Salz der Küche — aber auch das Feuer der Vulkane führt uns Salz zu, und zwar als vulkanischen, aus dem flüchtigen Zustande der Weißglühhitze niedergeschlagenen Antheil der Auswurfsstoffe, der der ärmeren Volksclasse zum Erwerbe dient, und, z. B. bei den Ausbrüchen des Hekla auf Island, in ganzen Wagenladungen als vulkanisches Salz ausgeführt zu werden pflegt. Das Kochsalz, dem Erdboden entnommen, geht nun als unentbehrliche Bedingung in den Lebensprozeß der Pflanzen und Thiere über und beginnt eine Lebensrolle in der Natur zu spielen, welche erklären hilft, wie der Instinct selbst den rohen Indianer antreibt, Salz zu suchen und zu genießen, und warum dasselbe nicht auf den Tafeln der Reichen und dem bescheidenen Tischchen der Armen fehlen darf und wird. Dieses wissenschaftliche Begreifen der großen, von der Natur vorgezeichneten Rolle eines chemischen Körpers, die Reihe seiner wichtigen Verwandlungen zum Zwecke des Lebens, war der älteren Chemie völlig fremd und muß der Gegenwart als Fortschritt vindicirt werden. — Und das hat die Chemie namentlich an solchen alltäglichen Stoffen vermocht, welche am Meisten übersehen werden. Die ältere Chemie suchte nach den seltensten, oft unerreichbarsten Körpern; sie wollten am Golde und Diamante den Sieg der Reproduction davon tragen und mißachtete das unedle Metall und die Aschenbrödelschwester des strahlenden Diamanten, die rußige Kohle, und doch wußte die neuere Chemie gerade an diesen vernachlässigten und unbeachteten Wesen die für das ganze Naturverständniß erfolgreichsten Entdeckungen zu machen.

Verfolgen wir das Salz unserer Küche mit der Absicht des heutigen Chemikers, so erkennen wir zuerst in seiner Löslichkeit im Wasser die erste Bedingung seines Nutzens. Wird etwas in

Wasser aufgelöstes Kochsalz erwärmt und zum Verdunsten des Wasserantheiles gebracht, dann scheiden sich sogleich die dem Kochsalze eigenthümlichen, schönen Würfeltafeln aus zu Krystallen, welche sich nicht bilden, wenn die Salzlösung auf heißem Blech schnell erhitzt wurde, weil das zu hastig entweichende Wasser im Innern der Krystalle dieselben zum Platzen bringt und unter knisterndem Geräusche auseinandertreibt. Und wie zwischen jedem Salze und seinem Wasser ein inneres chemisches Bündniß obwaltet, indem jeder Krystall zu seiner Gestalt ein an sich chemisch gebundenes Quantum Krystallwasser fordert, ohne dessen Gegenwart er zerfallen muß, so zeigt uns dieses Gesetz auch das Kochsalz, es verwittert und zerfällt in ein undurchsichtiges Pulver, sobald sein Krystallwasser verdunstet ist. — Die Chemie richtet aber noch weitere Fragen an das stumme, aber doch zum Geist der Wissenschaft redende Salz. Sein Krystallwürfel taucht immer wieder aus der Auflösung, aus der Feuerverflüchtigung, der Verdunstung und Abkühlung hervor, und scheint hartnäckig der Zerlegung trotzen zu wollen, und doch fordert die Chemie noch Antwort auf die wichtigste Frage, nämlich: aus welchen Stoffen besteht das Kochsalz? Die Erfahrung lehrt, daß Säuren die heftigsten Inquisitoren der Salze sind. Man schüttet auf das Kochsalz einige Tropfen Schwefelsäure und unter sofortigem starkem Brausen fliegen Luftbläschen auf, das Salz verschwindet. Der inquirirende Chemiker aber beobachtet genau das Verhalten. Die entweichenden Luftbläschen haben einen stechenden Geruch, sauren Geschmack und färben ein darüber gehaltenes Stück blaues Lackmuspapier roth, — das deutet auf eine Säure, welche aus dem Kochsalze entwichen ist, der Chemiker fängt nun zur besseren Prüfung diese Luftbläschen in einem Glasfläschchen auf, leitet sie durch eine Glasröhre in ein Gefäß mit Wasser und bemerkt, daß der stechende Geruch verschwunden, das Wasser aber von sauerem Geschmacke geworden ist. Die von dem Kochsalze entwichene Luft, mit dem Wasser, welches dieselbe verschluckt hat,

bildet aber einen Körper, den man Salzsäure nennt. Wir wissen also zunächst, daß im Kochsalze salzsaures Gas enthalten ist. Was ist diese Salzsäure, die wir gewonnen haben? Nehmen wir Metalloxyde, so bemerken wir, daß sie sich in ihr auflösen, also nicht auf sie wirken können — nehmen wir aber Superoxyde, also höhere Oxydationsstufen, die den Metallen mehr Sauerstoff einverleibt haben, als sie gebrauchen, wenn sie sich mit Säuren verbinden, so übt der überflüssige Sauerstoff eine Einwirkung aus. Wir haben z. B. im Braunstein ein solches höher oxydirtes Metall, wir mischen dasselbe mit der Salzsäure in einem Fläschchen, erhitzen dasselbe langsam — ein gelblichgrünes Gas entweicht, wir fangen es auf und erkennen es als das giftige Chlor, das alles Athmen unmöglich macht, uns zwar zu ersticken droht, aber dennoch für den Gewerbtreibenden von großer Bedeutung wird, da es verräth, daß es sich mit allen anderen Elementen zu verbinden vermag. Chlor entweicht also als Gas, aber der Ueberschuß des Sauerstoffes im Braunstein hatte sich mit dem Wasserantheile der Salzsäure zu Wasser verbunden, damit den noch vorhandenen Theil Chlor seiner Wasserstoffverbindung beraubt und frei gemacht. — Der Chemiker hat also Chlor und Wasserstoff als die Elemente der salzsauren Gase erkannt, er bestätigt die Erfahrung sogleich durch den Versuch, aus beiden Elementen Salzsäure zu bilden. Es gelingt, unter dem Einflusse des Lichtes verbindet sich das Chlor mit dem Wasserstoffe des Wassers und wird Salzsäure. Die alten Völker kannten das Kochsalz genau, aber erst die neuere Wissenschaft vermochte Chlor und Salzsäure daraus darzustellen. Die Technik bemächtigte sich rasch dieser beiden neu aufgefundenen Stoffe, um Metalle, namentlich Gold und Platina damit aufzulösen, um organische Riechstoffe in Krankenzimmern, Gewölben, Modergruben zu vernichten, ferner organische Farben dadurch zu bleichen und in wenigen Stunden zu erreichen, was die Rasenbleiche unter dem Einflusse der Sonnenhitze erst nach Monaten bewirkt.

Der Zweifler kann den Einwurf machen: „wer bürgt mir dafür, daß Chlor und Salzsäure wirklich und ursprünglich im Kochsalze enthalten und nicht erst dadurch beim Experiment entstanden sind, daß das Chlor sich, durch Verlust des Wasserstoffes, aus der Salzsäure, und die Salzsäure sich erst bildete, indem zum Chlor Wasserstoff hinzutrat?" — Auch darauf muß die neuere Chemie gründlich zu antworten wissen. Ich werde gleich darauf zurückkommen. Im Kochsalzkrystalle schlummern noch andere Geheimnisse. — Wir hatten im Anfange unserer chemischen Prüfung Schwefelsäure auf das Kochsalz getröpfelt, das stechende Gas entwich, aber sehen wir nun auch einmal die zurückgebliebene Flüssigkeit näher an, so bemerken wir darin kleine, durchsichtige Krystalle anschießen, welche, da sie keine Würfel, sondern vier- bis sechsseitige Säulen bilden, kein Kochsalz mehr sein können, sie schmecken obenein salzigbitter. Schon vor zweihundert Jahren kannte man diese Krystalle; sie heißen nach ihrem damaligen Entdecker: Glauber-Salz. Wie kommt es hier an die Stelle des Kochsalzes? Woraus besteht es? Es ist lange nicht so beständig, denn, der Wärme ausgesetzt, sehen wir, wie es schnell verwittert, also sein Krystallisationswasser verliert. Es wird um ebenso viel leichter, verliert Durchsichtigkeit und Form, bekommt aber alle diese Eigenschaften wieder, wenn es aus einer Lösung in kochendem Wasser beim Erkalten wieder krystallisirt. — Warum es bei der Auflösung Kälte, bei der Verdichtung Wärme erzeugt, ist schon aus den in früheren Briefen mitgetheilten Gesetzen der freien und gebundenen Wärme begreiflich. — Wie heißt aber nun der Stoff, welcher mit der Salzsäure das Kochsalz und mit der Schwefelsäure nunmehr das Glaubersalz gebildet hat? — Wir versuchen verschiedene Stoffe, um die Schwefelsäure damit anzuziehen und den unbekannten früheren Begleiter der Salzsäure im Kochsalze frei zu machen, aber er ist in die Anziehungsbanden der Schwefelsäure gefesselt und diese erweiset sich als eine schwer aus einmaligem Besitze zu vertreibende Macht.

Da nehmen wir versuchsweise die Kohle, und siehe da! dieser scheinbar träge und gleichgültige Körper verräth eine glühende Sympathie für den Sauerstoff und sucht ihn an sich zu fesseln, wenn er auch andere Sauerstoffverbindungen dadurch zerstört. Kohlenpulver dem wasserfreien Glaubersalze zugemischt, versetzt letzteres in eine gewaltige Glühhitze, es brauset und schmilzt zu brauner Masse zusammen, unter Brausen erschüttert die Kohle den Sauerstoff als Kohlenoxydgas, der braune, sauerstofflose, im Wasser sich mit gelblicher Färbung auflösende Rückstand, riecht nach Schwefelwasserstoff und ist Schwefelnatrium (Natrium-Schwefelleber). Der Sauerstoff der Schwefelsäure ist zwar ausgetrieben, aber der Schwefel ist noch da, auch er muß noch als Begleiter des Natrium — das ist der frühere Cumpan der Salzsäure im Kochsalze — entfernt werden. — Wir versuchen unter mehren Andern auch die Kreide, bringen sie mit dem Schwefelnatrium in starke Glühhitze und erhalten eine Masse, welche wir in kochendem Wasser auflösen können und worin sie sich als graues Pulver ausscheidet; filtriren wir dasselbe durch Papier, prüfen wir, was es ist, so wird eine Anfeuchtung mit irgend einer Säure die Schwefelverbindung verrathen und in der That ist es unlösliches Schwefelcalcium, indem die Kreide (kohlensaurer Kalk) die Kohlensäure an das Natrium, dieses seinen Schwefel an das Calcium abgetreten hat in Folge engerer Verwandtschaft. Wir haben also einen unlöslichen festen Körper, Schwefelcalcium, und eine zurückbleibende Flüssigkeit, kohlensaures Natron, gewöhnlich Soda genannt. Wir haben also in unserer chemischen Prüfung des zweiten Bestandtheiles im Kochsalze immer noch nicht die Sache selbst gefunden. Der Chemiker darf aber dabei nicht still stehen, er will den gesuchten Cumpan der Salzsäure ohne Verhüllung haben. Eben hat er sich mit Kohlensäure maskirt und tritt uns als Soda entgegen, die allerdings für den menschlichen Haushalt sehr wichtig und unentbehrlich ist, früher aus Asche von Seepflanzen ge-

wonnen wurde, nun aber fabrikmäßig aus dem Kochsalze bereitet wird.

Doch wir suchen den Gefährten des Chlor, mit dem dieser letztere vorhin Kochsalz darstellte. Er hatte zum Chlor eine so leidenschaftliche Anziehung und Treue, daß es unmöglich war, ihn direct aus dem Kochsalze frei zu machen und sinnlich darzustellen. Auf dem bisherigen Prüfungswege hatten wir einstweilen kohlensaures Natron gefunden. Wir schmecken das Pulver — es hat einen vorherrschend laugenhaften Geschmack und der gesuchte Stoff gibt sich also unter der kohlensauren Maske deutlich als Base zu erkennen — reißen wir ihm jetzt die Kohlensäure ab, um ihn rein und offen zu schauen. — Wir versuchen das Feuer, aber selbst die stärkste Glühhitze vermag diese Verbindung nicht zu trennen — aber siehe da, schon eine schwache Säure verdrängt die Kohlensäure aus der Umarmung ihres Begleiters. Da wir aber demselben keine neue Säure zur abermaligen Einhüllung bieten wollen, so suchen wir einen Körper, welcher die Kohlensäure mächtiger anzieht. Es ist der gebrannte oder Aetzkalk. Wir lösen das kohlensaure Natron in Wasser auf, setzen gebrannten Kalk hinzu und kochen diese Mischung längere Zeit; der Kalk reißt alle Kohlensäure begierig an sich und bildet damit Kreide (kohlensauren Kalk), während in der zurückbleibenden klaren Flüssigkeit (Aetznatron-Lauge) der gesuchte Körper ist. Wir dampfen die Flüssigkeit ab und es bleibt ein trockner, ätzender Körper zurück — Aetznatron. — Er ist die Grundlage des Kochsalzes, befreiet von allen Säuren, so tritt er, allein mit dem Wasser chemisch gebunden, in seiner Urgestalt auf. Seine Eigenschaften geben der Soda die wirkende Kraft, er ist eine so starke Base, daß er begierig anderen Salzen die Säuren raubt und andere Salze dadurch zum Zerfallen zwingt, selbst die Kieselsäure bindet er in der Schmelzhitze an sich und vermählt sich mit ihr zu Glas — er löset alle Fette und Oele auf und wird mit ihnen Seife.

Bis vor achtundvierzig Jahren glaubte man im Natron einen unzerlegbaren elementarischen Körper zu erblicken, denn chemische Verwandtschaften, Glühhitze ꝛc. vermochten ihm nichts zu entreißen. Da lernte man durch Humphry Davy den electrischen Strom auf ihn anwenden und er gab seine Bestandtheile Preis. Am negativen, electrischen Pole sammelten sich silberglänzende Kugeln, am anderen Pole entwich der Sauerstoff — der einfache Körper war entdeckt, es ist ein Metall, Natrium genannt, eines von den leichten Metallen, welche wir in früheren Zeilen dieses Briefes bereits näher charakterisirt haben. Das Zerlegen der vermeintlichen einfachen Alkalien und Erden mittelst der Electricität, wonach sie alle Oxyde waren, gehört zu den bedeutendsten Entdeckungen dieses Jahrhunderts und man lernte bald darauf auch durch weißglühende Kohle die Zerlegung dieser Alkalien und Erden in den einfachen Stoff und den damit verbundenen Sauerstoff bewerkstelligen.

So besteht also das Kochsalz aus der Verbindung des giftigen Chlor mit den silberglänzenden Natrium-Metallen — wer hätte im Salze diese Bestandtheile vermuthet? Und wie wichtig ist das chlorsaure Natrium für das Leben der Pflanzen und Thiere? Nicht nur der Bergmann und Salinenarbeiter fördern das Salz aus dem Erdboden zu Tage, um es für das Leben nutzbar zu machen — das Amt hat die Natur auch unzähligen Pflanzen übertragen, indem sie ihre Wurzeln in die Salzquellen und Steinsalzlager niedersenken, das Kochsalz in Wasser gelöst einsaugen und in Stamm und Stengel und manchen anderen Zellengeweben ablagern. So unsere Getreidepflanzen, die Küstengewächse. Eine innere Verwandtschaft herrscht zwischen ihrem Leben und dem Kochsalze, sie suchen den salzigen Boden, ihre Asche ist mehr oder weniger reich daran. Aber auch das Thier bedarf des Kochsalzes, in allen Geweben und Säften der Thiere und Menschen ist es ein unentbehrlicher, chemischer Bestandtheil, es gibt den Verdauungsflüssigkei-

ten ihre wirksame, lösende Kraft, es belebt die organische Natur.

In dem Beispiele des bekannten Kochsalzes habe ich hier die Weise zeigen wollen, wie die gegenwärtige Chemie einen Körper zu behandeln pflegt und auf welche weit in das Gesammtleben eingreifende Resultate und Anwendungen der alltäglichste Gegenstand der neueren Wissenschaft zu führen vermag. Ich habe die Betrachtung abbrechen müssen, um ein Ende zu finden, denn es ist gerade der Charakter der jetzigen Forschung, die Naturrolle eines Körpers durch die ganze Erscheinungswelt zu verfolgen und auf diesem Wege zu immer neuen Anschauungen zu gelangen. Dadurch gerade ward das praktische Leben so reich an Gaben der Wissenschaft.

Folgen Sie mir noch einmal auf Gebiete der Chemie, welche ganz und gar der neueren Zeit angehören. Die Agricultur-Chemie ist ein Kind der letzten zwanzig Jahre; sie ist die wissenschaftliche Einsicht in die Ernährungsbedingungen und das Wachsthum der Pflanzen. Wissen wir auch noch sehr wenig über den inneren, chemischen Vorgang bei Erzeugung der Pflanzenformen, so sind doch die Quellen genau erkannt worden, aus denen das Bildungsleben der Pflanzen schöpft. Es war nicht genug, zu wissen, daß die Pflanzen zu ihrer Erzeugung und Entwickelung des Erdbodens, der Luft, des Wassers, der Wärme und des Lichtes bedürfen, man strebte zu erfahren, welche Bestandtheile von der Erde, aus dem Wasser oder der Luft genommen würden und da hat sich denn herausgestellt, daß die gesammte Pflanzenwelt von Wasser, Kohlensäure und Ammoniak sich bildet und ernährt, daß sie von dem Wasser ihren Sauer- und Wasserstoff, von der Kohlensäure ihren Kohlenstoff, von dem Ammoniak ihren Stickstoff nehmen. Und da dieselben ihren Sauerstoff nicht aus der Luft zu ziehen brauchen, so werden sie, nach einer weisen Anordnung der Natur, noch wichtig und unentbehrlich für das Leben der Thiere und Menschen,

welche des Sauerstoffes bedürfen und ihr verbrauchtes Lebensmaterial als Kohlensäure in die Luft athmen. Diese würde bald von jener inspirablen und tödtenden Gasart überfüllt sein, kämen nicht die Pflanzen dem zuvor und wären sie nicht angewiesen, die Kohlensäure durch Blätter und andere feinere Oberflächen einzusaugen, den Kohlenstoff daraus zu ihrer eigenen Holzfaserbildung zu verwenden und den freigewordenen Sauerstoff wieder auszuathmen. — Diese Zersetzung der Kohlensäure in der Pflanze geschieht durch das Licht, deswegen athmen sie am Meisten den freigewordenen Sauerstoff am Tage, namentlich im Sonnenscheine aus und reinigen die Luft für die Thierwelt, damit diese von der Kohlensäure nicht belästigt wird und frischen Sauerstoff findet. Den Stickstoff nehmen die Pflanzen von dem Ammoniak (Stickstoff mit Wasserstoff), dieser bildet sich überall, wo Thier- und Pflanzenstoffe verwesen, neben der Kohlensäure — beide vereinigen sich zu kohlensaurem Ammoniak, einem flüchtigen Salze, das in die Luft entweicht. Der Humus des Erdbodens, der Thau, Schnee und Regen saugen dieses flüchtige Salz wieder aus der Luft an, verdichten es, halten es im Erdboden fest und führen es den Pflanzenwurzeln zu. — Aus diesen drei Stoffen: Wasser, Kohlensäure und Ammoniak assimiliren nun alle Pflanzen unter der Vormundschaft der geheimnißvollen Lebenskraft alle ihre organischen Stoffe, Stärke, Eiweiß, Kleber, Casein, Zucker rc. Aber auch unorganische (mineralische) Bestandtheile hat die Pflanze nöthig und ihre Gewebe sind oft sehr reich daran; sie sind es, welche beim Verbrennen als Asche zurückbleiben. Hat eine Pflanze irgend ein bestimmtes Salz zu ihrer Ausbildung nöthig, so sucht sie sich den Boden dazu und findet sie ihn nicht, so gedeihet sie auch nicht. So wachsen die Salzpflanzen nur am Gestade des Meeres oder in der Nähe von Salinen, wie z. B. wilder Sellerie, weil sie viel Natron erfordern, so finden wir Stechapfel und Borach nur in der Nähe von thierischen Wohnplätzen, weil sie den

Salpeter nöthig haben. — Obgleich der Boden, namentlich das Ackerfeld, immer eine Menge von aufgelösten Mineralien enthält, so verlangen doch gewisse Pflanzengruppen das eine oder andere Mineral vorherrschend und man hat deshalb Kali-, Kalk-, Phosphor- und Kieselpflanzen unterscheiden gelernt, — so sind Kartoffeln, Runkelrüben, Mais, weiße Rüben Kalipflanzen, sie fordern zu ihrem Gedeihen Alkalien im Erdboden, — Klee, Erbsen, Bohnen, Taback verlangen Kalk; alle Gräser, Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Heidekraut, Akazie bedürfen der Kieselsäure — die Getreidekörner enthalten viel phosphorsauren Kalk, z. B. 100 Pfund Asche von Weizenkörnern enthalten 45 Pfund, von gelben Erbsen 34 Pfund Phosphorsäure. Die große Bedeutung einer richtigen Düngung leuchtet hiernach ein und dafür hat in der neueren Zeit die Chemie eine erste wissenschaftliche Grundlage geliefert. Ebenso wie gutes, reichliches Futter ein Thier gedeihen und kräftig macht, so wird auch die Pflanze wohlgenährt und feist, wenn sie ihr rechtes und nicht dürftiges Nahrungsmittel erhält. Nach diesem Grundsatze hat die Chemie die Ernährung der Culturpflanzen auf eine moderne Düngerlehre gestützt, welche je nach der Pflanzengattung, auch dem Feldboden diejenigen Bestandtheile zuführen will, deren die Pflanze vorzugsweise bedarf. Demnach spielen heutzutage Kali, Natron, Kalk, Phosphorsäure &c. eine wichtige Rolle in der Felddüngung, die nur dann eine wissenschaftliche sein kann, wenn zuvor erkannt worden ist, wovon diese oder jene Pflanze vorzugsweise lebt.

Hier haben meine Leser ein kleines Bildchen von der Chemie in ihrer gegenwärtigen Freundschaft mit dem Ackerbau und der Pflanzencultur. Hier muß der Name Liebig genannt werden, welcher durch seine sinnreichen Forschungen zuerst ein helleres Licht auf den Chemismus der pflanzlichen Nahrung geworfen hat.

Fragen wir aber einmal nach der Nahrung der Thiere und Menschen, so werden wir von der Chemie wiederum eine

Auskunft erhalten, von deren Inhalte man vor funfzig Jahren keine Ahnung hatte. Lassen Sie uns auch dieses neue Terrain im Vorübergehen anblicken. — Auf die Frage: wovon Thiere und Menschen leben? kann ein heutiger Chemiker mit gutem Gewissen antworten: „von Luft;“ denn Alles, was wir genießen, geht aus Wasser (also Wasserstoff und Sauerstoff) Kohlensäure und Ammoniak hervor und unser Leib löst sich unaufhörlich wieder darin zurück. Thiere und Menschen bestehen demnach aus stickstofffreien und stickstoffhaltigen Verbindungen, aus denselben Elementen und Gruppen wie die Pflanzenwelt; nur weiß sie der animalische Lebensproceß in andere Formen und zusammengesetztere Stoffe zu verwandeln. — Die Pflanze liefert als stickstofffreie Materialien: Stärke, Gummi, Zucker, Oel ꝛc., denen in der Zusammensetzung das thierische Fett völlig entspricht — an stickstoffreichen aber bietet sie dar: Eiweiß, Kleber, Legumin ꝛc. und eine chemische Analyse hat erwiesen, daß Kleber aus denselben Elementen besteht, wie Faserstoff der Thiere, Legumin aber ganz und gar dem thierischen Käse gleichgebildet ist. Unsere eigenen Körperbestandtheile sind also bereits in den Pflanzen vorgebildet und auch die Mineralien bekommt der thierische Organismus entweder durch die Pflanzen oder aus dem anorganischen Reiche direct. Allen phosphorsauren Kalk, den wir zur Anbildung der Knochen nöthig haben, liefern uns die Pflanzen — werden dem Thiere die phosphorhaltigen Pflanzen entzogen (z. B. bei Fütterung der Kühe mit Branntweinspühlicht) dann werden ihre Knochen weich, biegsam und brüchig — phosphorarme Nahrung bei Kindern erregt die s. g. englische Krankheit. Das Thier und der Mensch müssen, wie die neuere Wissenschaft bewiesen hat, aus beiden Gruppen von Stoffen, den stickstofffreien (kohlenstoffreichen) und stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln wählen, um zu gedeihen, überhaupt leben zu bleiben, das ist ein sehr wichtiger in tausend Verhältnisse der Geschöpfe eingreifender Erkenntnißsatz. —

Durch den Athemprozeß wird stets eine große Menge Sauerstoff in den Körper eingeführt, welcher sich mit den stickstofffreien, kohlenhaltigen Stoffen verbindet, sie in Wasser, Kohlensäure und Salze zersetzt und dabei die thierische Wärme entwickelt. Die neuere Wissenschaft nennt jene als Nahrung genommenen kohlenstoffreichen Mittel deswegen nicht mehr Nahrungsmittel, sondern Athmungsmittel, betrachtet sie als Brennmaterial des Thierorganismus, das der Sauerstoff unter Erzeugung von Wärme zersetzt und wieder, nach kurzem Kreislaufe durch den Körper, abführt. Darum erregen Stärkemehl, Fett das Wärmegefühl und verhindern in sauerstoffreicher Luft, wie im Winter, das Hinfälligwerden der Kräfte. — Die eigentlichen Nahrungsmittel, welche plastische genannt werden, weil aus ihnen der thierische Leib seine Gewebe und Organe aufbauet, sind dagegen die stickstoffreichen Materialien, wie Eiweiß, Käsestoff, Leim, Faserstoff — und auch aus ihrer Zahl muß die Nahrung genommen werden, wenn der Hungertod nicht durch Mangel an Bildungsmaterial eintreten soll. Demnach hat die neuere Chemie bewiesen, daß wir einen zweifachen Hungertod sterben können, entweder am Hunger nach Brennmaterial für den wärmeerzeugenden Athmungspozeß, oder am Hunger nach Bildungsmaterial für den Aufbau und die Restauration unserer Organe. — Von beiden Gruppen müssen demnach Thiere und Menschen genießen, wenn sie ihren lebendigen Stoffwechsel unterhalten wollen, da aber der Thierleib nachweislich ganz unfähig ist, solche Stoffe zu produciren, sondern sie gleich in der chemischen Anlage fertig von den Pflanzen erhalten muß, so leuchtet die große Wichtigkeit der Pflanzenwelt als Vorbedingung der Thierwelt daraus hervor. Auch das praktische Leben hat Gewinn und Richtschnur daraus genommen. Die Experimente beweisen, daß weder Thiere noch Menschen nur von den genannten Athemmitteln allein, noch von den plastischen Mitteln ausschließlich existiren können, daß z. B. Hunde mit

stickstofffreien Materialien, Stärkemehl, Zucker, Gummi, Oel, Butter gefüttert, in 16 bis 30 Tagen unter allgemeiner Abmagerung und bei gefülltem Magen am Hungertode sterben, ebenso wenn sie nur allein mit stickstoffhaltigen Materialien, wie Eiweiß, mageres Fleisch, Gallerte ꝛc. gefüttert waren — und der medicinische Naturforscher Stark in Jena wurde einst ein Opfer dieses Versuchs an sich selbst. — Wenn ein armer Mensch nur Kartoffeln essen würde, so könnte er nicht verhindern, daß er nach einigen Wochen bei vollem Magen am Hungertodte sterben wird, denn er nimmt mit dem stickstoffarmen, aber kohlenstoffreichen Kartoffelmehl zwar Brennmaterial für das Athmen auf, aber er bekommt die organischen Bildungsmittel nicht im plastischen Baustoffe. Diese liefert der Stickstoff. Trinkt der arme Mensch zu seinen Kartoffeln noch Kaffee, dann vermag er ganz gut dabei zu leben, denn der Extractivstoff im Kaffee, Coffëin, ist reich an Stickstoff und dieser ersetzt dem Armen das mangelnde magere Fleisch. Es folgt daraus für das Leben die Regel, daß wir zum vollen Gedeihen und Wohlsein solche Nahrung suchen müssen, welche für das Athmen den Kohlenstoff, für die plastische Werkstatt den Stickstoff liefert, — daß demnach die besten Nahrungsmittel diejenigen sind, welche Beides enthalten, also erwärmende Athemmittel und blut- und knochenbildende Ernährungsmittel. Die Chemie hat sie uns classificirt — zu den Athemmitteln zählt sie: Kartoffeln, Getreide, überhaupt alle stärkemehligen Pflanzen, Mark von Palmen (Sago), Oel, Fett, Zucker, Wein, Bier, Weingeist — zu den plastischen Nährmitteln rechnet sie: mageres Fleisch, Eiweiß, Käsestoff, Milch, Kaffee, Thee, Hülsenfrüchte, Pflanzenkleber. — Viele zur Nahrung dienende Mittel sind aber vorzugsweise für Thier- und Menschenleben geeignet, weil sie beide Gruppen in sich vereinigen — hier steht die Urnahrung der Säugethiere und Menschen obenan — die Milch, sie enthält Zucker, Fett, Käsestoff und Salze; — dann sind hier zu nennen: Getreidekörner, wie

Weizen und Roggen, welche neben dem Stärkemehl auch Kleber und daneben noch phosphorsauren Kalk enthalten, der unsere Knochenbildung bilden muß; ferner: Hülsenfrüchte, welche Stärkemehl und in ihren Hülsen Käsestoff besitzen, so z. B. Erbsen, Bohnen — ferner Fleisch mit Fett, oder Eier, welche Fett und Eiweiß enthalten.

Diese Mittheilungen werden hinreichen, um den Charakter der neueren Chemie und ihren Einfluß auf das Menschenleben deutlich zu machen. Eilen wir jetzt nach einem anderen Gebiete unserer Wissenschaft. Ueberall wird uns das todte Wissen nicht mehr begegnen, Naturwahrheit kann nicht ohne Lebenswirklichkeit bestehen. —

Sechster Brief.

Ein Gang ins Freie, wo an uns die Locomotiven vorüberbrausen, das Geräusch der Dampfmaschinen aus den Fabrikgebäuden uns verfolgt, wo wir einen von Land zu Land ausgespannten Draht mit einer gewissen Ehrfurcht betrachten, weil wir nicht sicher sind, ob in demselben Augenblicke nicht menschliche Gedanken, rascher als der Blitz, hindurchfliegen und Menschen miteinander unterhalten, welche hundert und mehr Meilen weit getrennt sind — Alles, Alles ruft uns zu: Du befindest dich in der großen Werkstatt der praktischen Physik, sie hat die Naturkräfte dienstbar gemacht, in das Joch des menschlichen Wollens und Eigennutzes gespannt und das Leben selbst damit erweitert. —

Und in der That, wollte ich auch nur die Reihe aller seit funfzig Jahren gemachten Entdeckungen und Anwendungen der Physik aufzählen, ich würde weit über die vorgesteckten Grenzen dieses Briefes hinausschweifen müssen. Was hat nicht allein die Mechanik geleistet, was die Optik, wie wir bereits gelegent-

lich bei Erwähnung des Mikroskopes andeuteten, welche weitgreifende Nutzbarmachung für das Leben fand die Enthüllung der Ausdehnungsgesetze, der electrischen, galvanischen und magnetischen Kräfte, die richtige Würdigung einfacher, früher in todten Wissenschaftsparagraphen begrabenen Erscheinungen und Bewegungen physikalischer Natur. Die letzten funfzig Jahre haben nicht nur die Resultate früherer Zeiten lebendig gemacht, sondern niegeahnte Mächte des Naturlebens enthüllt und zu jedes Menschen Gewerbsbetriebe als dienstbare Titanen dargeboten. Dieser praktischen Nutzanwendung, immer nahe auf der Fährte des neuentdeckenden Sinnes und Geistes, kann keine frühere Zeit sich rühmen. —

Heben wir, zur Beweisführung und den Charakter der neueren Physik zu skizziren, nur einige hauptsächliche Momente hervor. —

Was wäre uns näher, als die Dampfmaschine, diese tagelöhnernde Naturkraft, welche die Menschenhände ersetzt, um dem Leben Nutzen zu schaffen? Treibt sie doch Mühlrad und Eisenbahnwagen, hilft sie in den Fabriken waschen, sieden, pressen, läutern, rühren, von Ort zu Ort tragen, treibt sie sogar das Werkzeug des Geistes, die Buchdruckerpresse, und ist Arbeiter, Zug- und Lastthier, Stellvertreter von Wind und Wasser zu gleicher Zeit. Ihre allgemeine Verbreitung hat sie dem menschlichen Haushalte so nahe gebracht, daß ich nicht mehr nöthig habe, hier die treibende Kraft und den Mechanismus der Kraftbenutzung zu beschreiben und doch kannte das Volk vor funfzig Jahren die Dampfmaschinen nur dem Namen nach, wie man von einem ausländischen, merkwürdigen Vogel hört, und obgleich schon seit Jahrhunderten die bewegende Kraft des Dampfes bekannt und im vorigen Jahrhundert durch den Schottländer James Watt dieselbe zur größeren praktischen Verwendbarkeit gebracht worden war, so blieb sie dem Volke doch so lange fremd oder wundervoll, bis die neuere Methode

der Naturwissenschaft auch der Physik einen gemeinnützigen Charakter aufdrückte. —

Wenn wir aber in der Physik von einer wirklich den letzten dreißig Jahren angehörenden Entdeckung von unberechenbarem Einflusse auf das Leben reden dürfen, so ist damit der Electromagnetismus gemeint, dem wir unsere Telegraphen, unsere Inductionsmaschinen aller Art, namentlich die Kenntniß eines neuen Naturgesetzes, einer bisher unbekannten Kraft und die Einsicht in die innere Verwandtschaft der electrischen, galvanischen und magnetischen Körpererscheinungen verdanken. Als im Winter 1819—20 Professor Oerstedt in Copenhagen, während einer Vorlesung die zufällige Bemerkung machte, daß der electrische Strom im Vorbeigehen in der Nähe einer Magnetnadel, dieselbe beunruhige und zur Abweichung treibe, da war die längst träumerisch von ihm geahnte Verwandtschaft zwischen beiden Kräften auf die erste, leiseste Weise verrathen worden. Keiner seiner anwesenden Schüler wird damals die Bedeutung dieser Beobachtung gewürdigt haben, denn wenn auch zwei Jahrhunderte lang die Meinung geherrscht hatte, daß Electricität und Magnetismus durch dieselbe Ursache hervorgebracht würden, so hatte man doch keinen sichtbaren Beweis dafür gefunden, und es gehörte ein klar auffassender und weiterblickender Geist dazu, aus dieser scheinbar geringfügigen Beobachtung an der Hand des Zufalls, ein neues, folgewichtiges Naturgesetz zu entziffern. Aber schon nach wenigen Monaten fortgeführter Versuche vermochte Oerstedt den Lehrsatz zu begründen, daß immer um einen electrischen Leiter ein magnetischer Kreislauf sich befindet und daß der electrische Strom stets nach festem Gesetze auf die Richtung der Magnetnadel bestimmte und gleichartige Einwirkungen ausübt. — Damit aber war der Electromagnetismus, als eine neue, in allen Körpern weckbare Naturkraft in die Wissenschaft eingeführt. —

Kannte man seit Jahrhunderten bereits die statische Electricität, seit 1789 durch Galvani die Contact-Electricität oder den Galvanismus, so war die Wissenschaft nun durch die Auffindung des Electromagnetismus bereichert, deren nähere Kenntniß und Gesetzmäßigkeit die überraschendsten Erfolge an das Licht förderten. —

Man lernte zunächst jedes weiche Eisen augenblicklich zum starken Magnet machen, wenn es hufeisenförmig gebogen, mit einem durch Seideüberspinnung isolirten Kupferdrahte dergestalt umwickelt ist, daß er auf beiden Schenkeln in derselben Richtung, etwa von links nach rechts, umläuft. Jeder electrische Strom, welcher durch diesen Draht läuft, wird während seiner Dauer das Eisen zum starken Magnete machen. — Damit war die, weder an Zeit noch Raum gebundene, bewegende Kraft gegeben, welche dem electrischen Telegraphen dient — der Magnetismus, welcher nur so lange existirt, als der electrische Strom durch den Draht geleitet wird, und mit dessen Unterbrechung sofort wieder erlischt, vermag also durch Schließung und Oeffnung einer electrischen Kette einen Anker an den Magneten zu ziehen und wieder niederfallen zu lassen — gibt man diesem Anker an einem Ende einen festen Gelenkpunkt, am anderen Ende einen gezähnten Querbalken, dessen Zähne in schräge Einschnitte eines Rades greifen, so hat man dieselbe Bewegung durch den aufgezogenen und niederfallenden Magnetanker erreicht, wie die Pendelbewegung in der Schwarzwalder Uhr, und man ist nun im Stande, durch einen meilenlangen Draht, mittelst Ankerbewegung, in Folge von Erzeugen und Suspendiren des Magnetismus, ein Uhrwerk zu bewegen, dessen Zeiger gewisse Merkmale der Verständigung gibt. Dies ist die einfache Grundlage des electromagnetischen Telegraphen. — Die Erfahrung hat dabei eine Gesetzordnung der magnetisirenden Wirkungen electrischer Ströme erkennen lassen; es ist erkannt worden, daß die Stärke des Magnetismus

unter gleichen Verhältnissen ganz gleich der Stärke des electrischen Stromes ist, daß die Dicke des Spiraldrahtes und die Weite seiner Windungen ohne Einfluß auf die Stärke des Magnètes ist, sobald der Strom nur unverändert bleibt, daß mit der Zahl der Windungen auch die magnetische Kraft zunimmt, indem die Totalwirkung sämmtlicher Windungen gleich ist der Summe von den Wirkungen der einzelnen Windungen, und daß endlich der Magnetismus in den Eisenstäben mit der Durchmesserstärke derselben proportional ist. Nach diesen erkannten Gesetzen hat der Physiker es ganz in seiner Gewalt, beliebig starke Magnete sofort zu erzeugen, je nachdem es die Dimensionen vergrößert, also entweder dickere Eisenstäbe anwendet oder die Drahtumwindungen vermehrt. —

Die einmal entdeckte und in ihren Bedingungen soweit erkannte Naturkraft fand aber bald an Ampère einen weiteren Bearbeiter und ihm dankt die neuere Physik manche interessante Aufschlüsse, namentlich über die Wirkung des Magnetes selbst auf den electrischen Strom und insbesondere über den Einfluß, welchen der Erdmagnetismus darauf übt. Eine Reihe geistreich erdachter Instrumente, namentlich das sogenannte Gyrotrop, führten zu dem nach Ampère benannten Gesetze, daß ein in sich geschlossener, kreisförmiger Strom, welcher um seine senkrechte Axe drehbar ist, sich immer rechtwinklig zum magnetischen Erdmeridian stellt. Aber auch die gegenseitige Wirkung galvanischer Ströme aufeinander wurde entdeckt, es fand ebenfalls Ampère, daß zwei parallele Ströme sich anziehen, wenn sie in gleicher Richtung laufen, in entgegengesetztem Laufe sich aber abstoßen, daß zwei sich kreuzende Ströme immer dahin streben, sich parallel zu stellen, d. h. nach einer und derselben Richtung zu laufen, daß also eine Anziehung zwischen ihnen stattfindet, und zwar zwischen den nach dem Kreuzungspunkte laufenden Theilen des Stromes einerseits — und dann zwischen den davon ablaufenden. Solche und ähnliche Beobachtungen haben denn

die neueste Physik mit einer von Ampère herrührenden Theorie des Magnetismus bereichert, welche auf der Grundansicht ruhet, daß jedes Atom eines Magneten von einem Strome gleichsam eingehüllt erscheine, welcher das Atom beständig umkreise, also stets in sich selbst zurücklaufe; danach wäre ein Magnetstab ein summarisches System unzähliger elementarer Ströme, die zur Axe des Stabes in horizontaler Querschnittrichtung liegen. Eine weitere Ausführung dieser Theorie, welche ich mir hier versagen muß, hat die Lehre von dem Erdmagnetismus mit manchen neuen Ansichten und Gesetzen bekannt gemacht, ist indessen noch nicht allgemeiner Lehrsatz geworden und hat sich zur Zeit noch gegen Einwürfe zu vertheidigen, welche besonders von Weber herrühren. — Die wichtigste Anwendung, welche der Electromagnetismus seither gefunden hat, ist die telegraphische — die bedeutendste Erscheinung aber, worauf die Experimente mit dem electromagnetischen Strom führten, ist die Inductionselectricität, eine neue Kraft, deren Entdeckung erst in das Jahr 1838 fällt und die wir dem berühmten Physiker Faraday verdanken. —

Da diese Kraft heutiges Tages in zahlreichen käuflichen Maschinen feilgeboten und von allen Seiten als Heilkraft gegen Lähmungen, Nervenschmerzen, Rheumatismus rc. angepriesen wird, so werden meine Leser wünschen, näher damit bekannt gemacht zu werden, denn wer sollte noch nicht Gelegenheit gehabt haben, eine Inductionsmaschine oder Rotationsmaschine zu sehen oder ihre fühlbare Wirkung zu erfahren? Diese Maschine und die darin thätige Kraft gehören ganz und gar der neuesten Naturwissenschaft an, denn vor funfzehn Jahren hatte man weder von dieser Kraft, noch von ihrer Anwendung irgend eine Ahnung in der Physik. Hören wir, wie sie gefunden wurde und was sie ist. —

Faraday entdeckte, daß ein electrischer Strom im Augenblicke seines Entstehens und Aufhörens, auch schon

durch bloße Annäherung und Entfernung in einem anderen leitungsfähigen Körper, wenn derselbe isolirt ist und in der Nachbarschaft sich befindet, ebenfalls electrische Ströme hervorzurufen vermag. Seitdem Oerstedt die Entdeckung gemacht hatte, daß ein in der Nähe einer Magnetnadel vorüberlaufender electrischer Strom dieselbe von ihrer normalen Richtung gegen Norden ablenkt, also Electricität in einem benachbarten Eisen Magnetismus zu erzeugen vermöge, da war die Entdeckung Faradays ein natürlich verknüpfter Fortschritt in diesem Gebiete physikalischer Wissenschaft. Die Ströme, welche n leitenden Körpern momentan entstehen, sobald in einem benachbarten Leiter, wie z. B. Kupferdrahte, ein ursprünglich erzeugter Strom anhebt oder unterbrochen wird, konnten in ersteren nur entstanden sein, indem die Electricität eine vertheilende Wirkung verursachte, mußte ihnen zugeführt oder inducirt sein. Deshalb wurde dieser Strom im zweiten leitenden Körper der Inductionsstrom genannt. Da solche inducirte Ströme aber nur im Momente des Beginnens und Aufhörens des ursprünglich erzeugten Stromes bemerkbar werden, also nur eine augenblickliche (temporäre) Dauer haben, so bedurfte es erst der Mithülfe des menschlichen Verstandes, um ein Mittel ausfindig zu machen, den temporären Strom continuirlich, dem Gefühle dauernd zu produciren. — Auch dieses ist der neueren Wissenschaft gelungen, wovon sich Jeder sofort an einer Inductionsmaschine überzeugen kann.

Doch vergegenwärtigen wir uns zunächst die Kraft und ihre Bedingungen noch deutlicher. Wenn zwei leitungsfähige, isolirte Körper, zum Exempel zwei mit Seide (also nicht leitendem Stoffe) überzogene oder umsponnene Drähte von Kupfer, so auf eine Rolle gewickelt werden, wie ein zusammengefaßter rother und blauer Faden, so liegen diese Drähte (von denen man, der sichtbaren Unterscheidung wegen, den einen mit rother, den anderen mit blauer Seide umsponnen haben mag) zwar

ebeneinander, aber es ist zwischen ihnen gar keine leitende Verbindung möglich, es kann der Strom von einem Drahte nicht auf den anderen überspringen, weil das die nichtleitende, seidene Umhüllung nicht zuläßt. Trennen wir nun die freien Enden beider Drähte dergestalt voneinander, daß der rothe sowol wie der blaue mit ihren Enden gänzlich für sich bleiben, schließen wir nun einen, z. B. den rothen Draht, mit seinen beiden Enden in die Kette eines galvanischen Stromes, so zwingen wir diesen dadurch, die Windungen dieses Drahtes mit zu durchlaufen, aber in demselben Momente, wo dieser Strom beginnt, entsteht im nebenliegenden, isolirten blauen Drahte ein anderer Strom, welcher dem ersteren (im rothen Drathe) entgegenläuft, aber nur einen Moment dauert, obgleich die Strömung im rothen Drahte gleichmäßig fortdauert. Unterbrechen wir diesen aber nun, indem wir die galvanische Kette öffnen, so entsteht in demselben Momente, wo der Strom im rothen Drahte aufhört, in dem nebenliegenden blauen Drahte wiederum eine electrische Strömung von der Dauer eines Augenblickes, aber dieselbe läuft nicht, wie vorhin beim Beginne, dem ursprünglichen Strome im rothen Drathe entgegengesetzt, sondern parallel in derselben Richtung. Man kann sich davon mit den Augen überzeugen, wenn man zwischen die Enden des blauen Drahtes eine Magnetnadel bringt — im Momente, wo der Strom in dem rothen Drahte beginnt, wo also durch Schließung der Kette der galvanische Strom eintritt, wird die Magnetnadel nach entgegengesetzter Richtung abgelenkt, im Momente aber, wo der Strom im rothen Drahte aufhört, also unterbrochen wird, sehen wir eine Ablenkung der Magnetnadel nach der Richtung hin, welche der unterbrochene Strom im rothen Drahte selbst nahm. In beiden Fällen kehrt dann sogleich die Magnetnadel wieder in ihre normale Ruhe zurück, als Zeichen, daß beide Strömungen im blauen Drahte nur momentan waren. —

Beide Ströme, sowol der im rothen wie im blauen Drahte nennt man inducirte, oder Inductionsströme, den ersteren aber (im rothen) unterscheidet man als Hauptstrom von dem zweiten (im blauen), der als Nebenstrom bezeichnet wird. Diesen Nebenstrom aber unterscheidet man wiederum in den Schließungsstrom (conträrlaufenden) und den Unterbrechungsstrom (parallellaufenden). — Beide sind in ihren physikalischen Wirkungen den gewöhnlichen electrischen Strömen ziemlich analog, man kann durch sie ebenfalls Funken und Schläge hervorbringen.

Die Erfahrung ist aber noch weiter gegangen. — Je länger der Draht ist, den man zur Erweckung von Inductionselectricität wählt, desto kräftiger ist ihre Intensität, und dabei ist die Thatsache interessant, daß der Inductionsstrom jedesmal bedeutend stärker ist, als derjenige Strom, welcher von der galvanischen Kette aus in den aufgewundenen Draht eingeleitet wird. Nehmen wir einen einfachen Becherapparat aus Kupfergefäß, Thoncylinder und Zink, also ein einfaches, sogenanntes Element, setzen wir dasselbe durch Eingießen der chemischen Flüssigkeiten z. B. Kupfervitriollösung mit einigen Tropfen Schwefelsäure und eine Kochsalzlösung, in Thätigkeit, so werden wir, schließen wir unsere Arme in diese galvanische Kette ein, um den Strom durch unseren Körper gehen zu lassen, auch nicht das mindeste Gefühl davon haben, denn der Strom ist viel zu schwach, um auf unsere Nerven irgend bemerkbar einwirken zu können. Wir würden auch dann noch kein Gefühl davon, oder höchstens ein sehr unbedeutendes haben, wenn wir mehre, etwa sechs bis zwölf Elemente, zu einer gemeinschaftlich wirkenden Batterie verbunden hätten. Eine ganz andere, überraschende Wirkung werden wir aber verspüren, sobald wir den gänzlich unfühlbaren Strom von nur einem galvanischen Elemente durch den aufgewundenen rothen Draht (schlechtweg Spirale genannt) leiten — es entsteht in

diesem ein primärer, im anliegenden blauen Drahte aber ein secundärer Strom, und wenn wir die Enden des blauen Drahtes in die Hände nehmen, so erhalten wir in den beiden Momenten, wo der galvanische Strom in den rothen Draht eintritt und in ihm wieder aufhört, jedesmal einen heftigen electrischen Schlag. Es haben also die Spiraldrähte die wunderbare Eigenschaft, unfühlbare, electrische Ströme in ihrer Quantität so auffallend zu verstärken, daß sie nicht nur eine fühlbare, sondern sehr heftige Wirkung auf die Nerven äußern und eben dadurch ist die Inductionsspirale ein wichtiges Mittel zur Hervorbringung physiologischer und therapeutischer Effecte geworden.

Indessen bedurfte es dazu noch einer wissenschaftlichen Herstellung der Continuität des Stromes, durch rasche Aufeinanderfolge der temporären, blitzartig schnellen Schließungs- und Unterbrechungsströme. Es mußte daher ein Mittel gefunden werden, um die schnelle, aufeinanderfolgende Schließung und Unterbrechung des galvanisch eingeleiteten Inductionsstromes in der ersteren (rothen) Drahtspirale zu bewirken. Eben die Schnelligkeit zu bewerkstelligen, hatte seine große Schwierigkeit, denn die einzelnen momentanen, rück- und parallellaufenden Ströme (alternirende genannt) mußten so schnell aufeinander folgen, daß sie keine fühlbare Pausen zwischen sich ließen und als eine Reihe von kaum unterscheidbaren Schlägen fühlbar wurden. Die neuere Wissenschaft hat diese Aufgabe auf eine geist- und sinnreiche Weise gelöset und zwar durch einen von Neef und Wagner construirten Apparat, der unter dem Namen des Neefschen Hammers allen Inductionsmaschinen, die durch Electricität erregt werden, beigegeben ist. Derselbe ist abermals eine praktische Anwendung der Lehre vom Electromagnetismus und der wichtigen, bereits für unsere electrischen Telegraphen so erfolgreich ausgebeuteten Thatsache, daß ein Strom, welcher durch eine isolirte, um einen weichen Eisenkern gewun-

dene Drahtspirale läuft, diesen solange magnetisch macht, als der umlaufende Strom dauert. — Wickeln wir also den oben als Beispiel gebrauchten rothen Draht, anstatt um eine Holzrolle, um ein weiches Eisenstück, so wird, solange der durchgeleitete Strom dauert, plötzlich mit der Schließung der Kette jener Eisenkern magnetische Kraft äußern, welche mit Oeffnung der Kette, also bei Unterbrechung des Stromes im Drahte, ebenso plötzlich wieder verschwindet. Diese wissenschaftliche Erfahrung diente nun auch dem Neefschen Hammer zum Motive seiner Wirkung. Der Hammer ist ein Eisenknöpfchen an einer elastischen Feder, die dergestalt in die Kette des galvanisch-inducirten Hauptstromes eingefügt ist, daß durch eine Strecke dieser Feder die Fortleitung geschieht, indem an einer Stelle der Draht eintritt und ungefähr in der Mitte der Feder wieder seinen Fortgang nimmt. Hier nämlich wird durch die Elasticität der Feder dieselbe gegen eine Schraubenspitze angedrückt, welche als leitende Brücke mit der Drahtfortsetzung wieder in Berührung steht. Um die Drathspirale völlig zu durchlaufen muß also der Strom diese Brücke passiren, aber die Feder muß durch ihre eigene Elasticität an die Schraubenspitze angedrückt liegen, wenn die Kette geschlossen sein soll. — Nun aber schwebt das hammerförmige Knöpfchen dieser Feder nahe vor der freien Fläche des weichen Eisenkerns, um den die Spirale gewickelt ist. Sowie man die Kette geschlossen und den Strom hervorgebracht hat, wird dieser Eisenkern magnetisch; er zieht dadurch das vor ihm schwebende Hämmerchen an, die elastische Feder desselben wird dadurch von der Schraubenspitze, der Leitungsbrücke für den Strom, abgezogen, die Leitung und damit die Strömung werden unterbrochen, das Eisen hört auf, magnetisch zu sein, das Hämmerchen verliert seine Anziehung, die elastische Feder drängt in ihre alte Lage zurück, berührt die Schraubenspitze wieder, die leitende Verbindung ist damit wieder hergestellt, die Strömung beginnt von Neuem, der Eisenkern be-

kommt wieder magnetische Kraft, das Hämmerchen erleidet eine abermalige Anziehung, die elastische Feder wird wieder von der Schraubenspitze entfernt, die Kette ist abermals unterbrochen, der Magnetismus ist verschwunden, die Feder schnellt an die Schraube zurück. —

So wiederholt sich, ohne Zuthun mechanischer Hülfe der Menschenhand, ganz selbstständig durch ein Ineinanderspiel geheimnißvoller Kräfte, das schnelle, aufeinanderfolgende Schließen und Oeffnen der Kette. — Denken wir uns nun den mit rother Seide umsponnenen Draht so um den weichen Eisenkern gewickelt, daß der Strom durch die leitende Brücke des Neefschen Hammers, also durch Schraubenspitze und Theil der elastischen Feder, laufen muß — wickeln wir nun über diese Spirale den blauübersponnenen Draht, aber so, daß seine beiden Enden frei wieder zum Vorschein kommen, so entsteht in diesem zweiten Drahte der secundäre Strom, und zwar bei Schließung der Kette der ersten (rothen) Spirale ein conträrer, bei Oeffnung aber ein parallellaufender; nehmen wir aber beide Enden des blauen Drahtes in die Hand, so empfinden wir einen dauernden Strom, weil die schnelle Thätigkeit des Neefschen Hammers beide temporären Ströme so rasch (alternirend oder polwechselnd) aufeinander folgen macht, daß wir nicht mehr einzelne Schläge, sondern einen continuirlichen, scheinbar gleichartigen Strom wahrzunehmen glauben. — Die Kraft der Inductionsströme wächst mit der Länge des Drahtes und man hat diese Wirkung noch ganz bedeutend dadurch zu verstärken gelernt, daß man beide Drähte dergestalt miteinander verbindet, daß sie einen einzigen Draht von doppelter Länge darstellen; dazu hat man nur nöthig, das eine Ende des (rothen) Drahtes A mit dem einen Ende des (blauen) Drahtes B zu vereinigen und die beiden anderen Enden der verbundenen Drähte in die galvanische Kette einzuführen. Der Strom, welcher in den rothen Draht eintritt, ist gezwungen, sobald er

dessen Windungen durchlaufen und am blauen Drahte angelangt ist, in diesem noch einmal den Spiralweg zurückzulegen, um in die galvanische Kette heimzukehren. — Da der Schließungsstrom dem ursprünglichen primären oder Hauptstrome entgegenläuft, so hat er im Augenblicke des Schließens keine besonders merkbare Wirkung, da aber beim Oeffnen (Unterbrechen der Kette) der secundäre mit dem Hauptstrome parallel läuft, so wird dadurch seine Wirkung von besonderer fühlbarer Stärke. —

Auf diesen Thatsachen beruhen alle die mannigfaltig geformten und im Handel vorkommenden electro-electrischen Inductionsapparate, mögen sie Namen haben, welche sie wollen. Wenn es mir gelungen ist, über das physikalische Grundmoment verständliche Mittheilungen zu machen, so kann der Leser jede Construction einer ihm etwa vorkommenden Maschine dieser Kategorie mit Leichtigkeit selbst definiren. Namentlich wird er beurtheilen können, ob eine Maschine nur primäre, oder auch secundäre Spiralen und Ströme besitzt.

Was bedeutet aber nun eine Rotationsmaschine? Wir sehen sie heutiges Tages bereits in den Buden der messehandelnden Juden, in den Händen der Aerzte und Charlatans, in Hospitälern und Privatwohnungen. — Und doch ist sie ein Kind der neuesten Zeit, ein Product großer wissenschaftlicher Entdeckungen, das seine schnelle Bekanntschaft und Verbreitung im Publicum den übertriebenen Erwartungen und leichtgläubigen Wünschen der Menschen zu danken hat, indem man von einer neuen Kraft auch wunderbare Heilwirkungen vermuthete, welche ärztlicher Unverstand und Charlatanerie provocirten. Unzählige Leute, welche mit Rotationsmaschinen (die beiläufig bemerkt, längst von den eben beschriebenen electro-electrischen Apparaten mit Neefschen Hammer verdrängt sind) umgingen, kannten aber die Theorie ihrer Wirkung nicht, weil sie die Bedingungen und Eigenschaften der Inductionselectricität nicht begriffen hatten. Auch dieser Gegenstand gehört recht eigent-

lich zum Thema dieser Briefe und ich schreite deshalb zu seiner Erklärung.

Bei den eben erwähnten electro-electrischen Inductionsapparaten war es der Galvanismus, welcher in den Drahtspiralen die Inductionsströme erweckte. Der Magnet, sowol der künstliche wie natürliche, ist aber ebenfalls fähig, Inductionselectricität zu erzeugen und man nennt sie zum Unterschiede von der ersteren die magneto-electrische Induction und die Rotationsmaschine ist der Apparat, um sie herzustellen. Die Thatsache, daß der Magnet, gleich dem Galvanismus, inducirt, ist leicht nachzuweisen. — Man braucht nur einen magnetischen Stab in die innere Höhlung eines über eine hölzerne Rolle aufgewickelten, mit Seide umsponnenen Drahtes, nachdem man den Holzkern wieder herausgezogen hat, einzuführen, und wird, sobald man beide Drahtenden mit einem Galvanometer in Berührung setzt, beim Einbringen des Magneten in die Höhlung der Spirale sofort eine Abweichung der Magnetnadel gewahren — ein Beweis, daß durch die Drahtspirale ein Strom electrischer Natur kreiset. Dieser ist aber nun ebenfalls verschieden und immer nur momentan (temporär) und zwar im Augenblicke, wo der Magnet eingeführt wird, entsteht ein Inductionsstrom in entgegengesetzter Richtung (analog dem Schließungsstrome der galvano-electrischen Induction) und im Augenblicke, wo der Magnet wieder entfernt wird, entsteht ein parallellaufender Strom (analog dem Unterbrechungsstrome). Auch diese magnetisch inducirten Ströme sind ganz bedeutend stärker, als die Kraft des Magneten, da sie aber ebenfalls nur temporär auftreten, so mußte die Wissenschaft (ebenso, wie beim galvano-electrischen Apparate mittelst des Neefschen Hammers) irgend ein Verfahren ausfindig machen, um durch rasche Aufeinanderfolge der Annäherung und Wiederentfernung des Magnetes die beiden entgegenlaufenden Inductionsströme in eine ununterbrochene Folge und scheinbare Continuität zu bringen.

Auch dieses Verfahren ist gefunden und zwar durch die Construction der Rotationsmaschinen.

Die erste Maschine dieser Art hauete im Jahre 1832 Pixii; er ließ den Magneten selbst rotiren, während die Spirale feststehen blieb; bei allen später verbesserten und zweckmäßiger construirten Maschinen, namentlich denen von Saxton, Clarke, Ettingshausen, Petrina und Stöhrer, sind die Magnete feststehend, die Inductionsspiralen aber beweglich. — Um die Schenkel eines hufeisenförmig gebogenen, weichen Eisens oder zweier, von einer Eisenplatte verbundener weicher Eisencylinder, wickelt man den mit Seide umsponnenen Draht spiralförmig und zwar der Art, daß ein durchlaufender Strom an beiden Enden entgegengesetzt kreisen muß, also verschiedene Pole bildet. Diesem Eisen wird ein gleichgroßer Magnet so entgegengelegt, daß seine Pole den Enden der beiden Schenkel oder Cylinder, welche die Spirale tragen, ohne sich zu berühren, gerade gegenüberstehen. Entweder ist nun der Magnet oder das weiche Eisen mit der Spirale um seine Axe mittelst einer Kurbel beweglich. Wird nun der Magnet oder das Hufeisen, welches die Drahtspirale trägt, rasch um die eigene Axe gedrehet, so werden nicht nur die Pole fortwährend gewechselt, sondern es treten auch bei jeder halben Umdrehung Stellungen ein, wo die gegenseitigen Endpole nicht mehr einander gegenüberstehen, also ganz dasselbe erreicht wird, als wenn man den Magneten annähert und entfernt. Es entstehen also auch hier beständig alternirende Ströme, die stets ineinander übergehen, sobald die Pole gewechselt werden und wieder vor die Enden des Spiralträgers treten. — Die Wirkungen solcher Rotationsmaschinen ist um so bedeutender, je länger die Spirale, je stärker der Magnet ist, weshalb man auch die kräftigen Lamellen-Magnete dazu verwendet. Der Apparat hat unter den Händen der Physiker immer weitere Verbesserungen erhalten, so z. B. durch den sogenannten Stöhrerschen Commutator, um wäh-

rend der Rotation des Inductors eine leitende Verbindung der Art herzustellen, daß man beliebige Körper, durch welche der Strom geleitet werden soll, einzuschalten vermag.

Das große Feld der electrischen Inductionserscheinungen, als deren populairste Früchte die oben bezeichneten Maschinen zu betrachten sind, hat aber noch größere Erweiterungen in den letzten Jahren erhalten. Man lernte eine Menge magnetischer Wirkungen kennen, welche unter der Einflußsphäre eines Magneten, an leitungsfähigen Körpern zur Erscheinung kommen. Namentlich machten Arago und Faraday interessante Entdeckungen, z. B. daß eine kupferne Scheibe unter einer leicht beweglichen Magnetnadel rotirend, diese selbst mit in Bewegung setzt und zwar nach gleicher Richtung hin, in der die Scheibe rotirt, — daß die verschiedenen Metalle, aus denen eine rotirende Scheibe besteht, auch verschiedene Wirkung äußern, Gold sehr schwach, Silber stark, Kupfer am stärksten, — daß ferner allein schon der Erdmagnetismus Inductionsströme in rotirenden Scheiben hervorrufen kann. — Eine von Faraday gemachte, überraschende Entdeckung ist ferner die, daß der Einfluß der Magneten und electrischen Ströme auch das optische Verhalten vieler Körper verändert, also von polarisirender Wirkung auf das Licht ist. Ein von einem Prisma verdunkeltes Glas erhielt durch den Electromagneten ein helles Gesichtsfeld, es waren also die Strahlen-Ebenen, welche vom Prisma ausliefen, abgelenkt oder gedreht worden, das aber nur so lange geschehen, als der Strom des Electromagneten dauerte, denn nach dessen Unterbrechung wurde das oben erwähnte Gesichtsfeld wieder dunkel. Man bauete sofort interessante Apparate, um dieses neu erschlossene, früher nicht geahnte Gebiet der physikalischen Natur weiter auszubeuten, und erkannte, namentlich durch Böttger's Maschine, daß die Polarisations-Ebene der Lichtstrahlen nach derselben Richtung hin vom Electromagneten gedrehet wird, nach welcher in dem Spiraldrahte der positive Strom kreiset. Ueberhaupt

haben zahlreiche und sinnige Versuche der Neuzeit nachgewiesen, daß die magnetische Kraft eine tief in die innere Constitution der Körper eingreifende Wirkung hat, daß aber nichtmagnetische (diamagnetische) Körper, mögen sie feste oder flüssige sein, von Magneten abgestoßen werden, aber auch selbst wieder abstoßend wirken. Diese und ähnliche Thatsachen gehören zu den neuesten Entdeckungen der Physik und ihre unzweifelhafte Wichtigkeit für Erschließung neuer Anschauungen und Anwendungen wird die Zukunft dieser Wissenschaft zu verwirklichen haben.

Ich habe hier nur einige hervorragende Leistungen der Physik herangezogen, von denen man in dem ersten Drittel dieses begonnenen Jahrhunderts keine Ahnung hatte. Ganz neue Naturkräfte sind es, mit denen heute schon auf vertraute Weise das Volk umzugehen weiß.

Der Physik nahe verwandt, und nur eine Lehre von den physikalischen Erscheinungen im Ganzen unserer Erde und Atmosphäre, ist die Meteorologie. Auch sie ist in dem Zeitraume, welcher uns hier beschäftigt, zu einer Wissenschaft geworden, die uns eine sichere Auskunft zu geben vermag über die Vertheilung und Ursachen der Wärme auf der Erdoberfläche, über die daraus entspringende Veränderung der Temperatur in größeren und kleineren Perioden, über die mittlere, jährliche Wärme der verschiedenen Punkte der Erdoberfläche, zu welchem Zwecke uns namentlich Humboldt die isothermischen Linien über den Globus gezogen hat, welche alle solche Orte miteinander verbinden, deren mittlere Jahreswärme gleich ist, und wobei uns auf den ersten Anblick merkwürdig erscheint, daß diese Linien sich nicht nach den Breitegraden richten, sondern in unregelmäßigen Krümmungen dieselben durchschneiden, so daß der Wärme-Aequator mehr auf der nördlichen Erdhalbkugel liegt und alle isothermischen Linien von Westen nach Osten eine merkliche Senkung zeigen. Wie wichtig solche Wärmever-

hältnisse für das Klima und die davon abhängende organische Natur sein müssen, haben die reisenden Naturforscher dieses Jahrhunderts in einer durchaus neuen physischen Erdkunde begründen und bewahrheiten können. Man zog noch andere Linien über den Erdglobus, nicht alle Orte, welche gleiche mittlere Jahreswärme haben, also auf einer und derselben isothermischen Linie liegen, haben auch gleiches Klima — so zeigen z. B. Edinburg und Tübingen gleiche mittlere Jahreswärme von $8,_6$ Graden, aber trotzdem hat Tübingen einen weit kälteren Winter. Um also die Vertheilung der Wärme zwischen Winter und Sommer, mithin die gleiche, mittlere Wintertemperatur zu finden, zog man nach Humboldt's Beispiele Linien durch alle Punkte von gleicher Winterkälte, Isochimenen genannt, und andere Linien durch gleiche mittlere Sommertemperaturen, welche man als Isotheren bezeichnete. Es zeigt die Vergleichung dieser Linien mit den isothermischen Linien, daß da, wo diese letzteren an den Westküsten von Europa und Amerika so hoch gegen Norden steigen, auch die Differenzen zwischen Sonnenwärme und Winterkälte geringer sind, daß ferner das westsüdliche Norwegen, dann Dänemark, ein Theil von Böhmen und Ungarn, Siebenbürgen, Bessarabien und die Südspitze der Krim'schen Halbinsel gleiche mittlere Winterkälte haben (0 Grad). Gleiche Winterkälte zeigen dabei Dublin, Nantes, Oberitalien, Constantinopel; so läuft die isotherische Linie, also diejenige, welche die gleiche, mittlere Sonnenwärme von 20 Graden verbindet, von der Garonne-Mündung über Straßburg, Würzburg, Böhmen, Ukraine, das Donische Kosackenland, nördlich am Caspischen Meere vorbei. — Die Ursachen solcher bedeutenden Abweichungen von den Breitegraden müssen noch specieller gesucht werden, man kennt bislang nur die numerischen Elemente, als da sind: ungleiche Vertheilung von Land und Wasser, die dadurch bedingte Richtung von Luft- und Wasserströmungen und ungleiche Erwärmung verschiedener Stellen; ferner die Wirkung

der Sonnenstrahlen, durch Winde, Gebirge, Gestalt der Erde rc. modificirt, man weiß, daß Europa's Westküsten ein beständigeres Klima als das östliche Europa und nördliche Asien besitzen, daß dieses namentlich eine Wirkung des Meeres ist, das immer um so gleichmäßiger auf das Klima influirt, je größer der vom Meere umspülte Landumfang ist; deshalb haben zahlreiche Halbinselbildungen, Meerbusen und zerrissene Küsten ein gleichmäßigeres Klima und Europa hat sein günstigeres Verhältniß seiner Küstengestalt zu danken. Außer den dazu mitwirkenden Winden, welche als Südwestwinde die Wärme der Tropenländer nach dem europäischen Norden führen, als Südwinde ein heißes Afrika durchstreichen, ist auch noch der Golfstrom, jene am mexikanischen Meerbusen beginnende, hier an 31 Grad warme Meeresströmung, von erwärmendem Einflusse auf Europa. Zwischen Florida und Cuba heraustreibend, folgt er anfangs der amerikanischen Küste und wendet sich dann mit zunehmender Breite und Abkühlung gegen Europa, gibt seine Wärme an Meer und Luft ab und führt mit dem Südostwinde dieselbe gegen Irlands und Norwegens Küsten. Daß dieses keine Einbildung ist, beweißt schon der Umstand, daß man hier Baumfrüchte findet, welche in Amerikas heißer Zone wachsen. — Aus diesen mehr örtlichen und allgemeinen Bedingungen des Klimas erklärt sich nun der Pflanzencharakter einer Gegend. Große Winterkälte, aber kurze Sommerwärme, wie z. B. in Sibirien, wo eine mittlere Wintertemperatur von beinahe 39 Graden Kälte ist, gedeihet doch im kurzen Sommer von 9,7 Graden mittler Wärme das Getreide auf einem Boden, der in drei Fuß Tiefe ewig gefroren bleibt, während auf Island, bei geringerer Winterkälte und höherer Jahreswärme weder Weizen noch Roggen reifen. Im Nordosten von Island, welcher in gleichem Breitegrade mit Königsberg liegt und der Winter dennoch kaum Eis bringt, wächst die Myrte im Freien — an Devonshire's Küsten überwintert in freier Luft die Fuchsia neben der Camellia, der

Winter von Plymouth ist nicht kälter als zu Montpellier oder Florenz, aber dennoch gedeihet die Weinrebe nicht in England, weil sie dort den heißen Sommer entbehrt, und mehr Kälte vertragen kann, als sie dort antrifft, während die Trauben in Astrachan reifen, das doch mit dem Nordcap gleiche Winterkälte, aber eine kurze heiße Sommerzeit hat, und in Ungarn der Wein üppig gedeihet, trotz der die schottischen Wintertage an Kälte weit übertreffenden kalten Zeit, die sogar die Kälte jener Länder überragt, wo keine Obstbäume, oder, wie auf den Faröerinseln, keine Eiche oder Buche mehr gedeihet. So hat jede Pflanze eine bestimmte mittlere Wärme nöthig, um zu existiren oder zu blühen. So belaubt sich die Birke, wenn die mittlere Luftwärme 11 Grade erreicht, und da diese Temperatur in Paris Anfangs Mai, in Rom schon im März, in Upsala aber erst Mitte Juni, am Nordcap aber nie erreicht wird, so schlägt die Birke in Paris im Mai, in Rom im März, in Upsala im Juni aus und kommt am Nordcap nicht mehr fort. Auf solchen Grundsätzen beruhet eine neue, erst diesem Jahrhundert angehörende Wissenschaft, nämlich die Pflanzengeographie, welche Humboldt vorzüglich ausgebildet hat. Durch sie erfährt man Thatsachen und Gründe, warum Zahl, Verhalten und örtliche Vertheilung der Pflanzen nach allgemeinen Gesetzen in den verschiedenen Zonen, Breitegraden, verschiedenen Bodenzuständen und Wärmeverhältnissen, nicht nur in horizontaler Ausdehnung von den Polen bis zum Aequator, sondern auch in senkrechten Abständen, aus der Tiefe der Bergwerke und des Meeresgrundes bis hinauf zu den Berggipfeln des ewigen Schnees, verschieden sein müssen, wie es nicht nur Breitengürtel, sondern auch Höhengürtel von Pflanzen gibt, welche deren geographische Verbreitung markiren und für jede Pflanzenart die physischen Bedingungen darbieten. — Mit abnehmenden Bedingungen des physischen Gedeihens treten immer niederere Gattungen von Gewächsen auf, die heiße Zone producirt die Palme, der kalte Norden kann nur noch die

Flechte erzeugen — an dem Fuße des heißen Tropengebirges blühen die Orange und Myrte, höher und höher am Berge, dem jedesmaligen mittleren Temperaturgrade entsprechend, umgürten nördlichere Pflanzencharaktere denselben, bis oben in der Schneeregion die Verwandten der Polarkreise auftreten.

Ich habe hier eine gelegentliche Andeutung von der Anschauungsweise geben wollen, wie die neuere Naturwissenschaft allgemeine physische Zustände des Erdbodens aufzufassen und zu erklären pflegt. Man sieht auch hieraus, daß der vergleichende Blick den Zusammenhang in die einzelnen Erscheinungen zu bringen und für die scheinbar bunte Mannigfaltigkeit oder vereinzelte Lebensform die allgemeinen, durchgreifenden Gesetze zu finden wußte. Selbst die launenhafteste Naturerscheinung, nach welcher man seit Menschengedenken den ungewissen Charakter als windig oder wetterwendisch zu bezeichnen gewohnt war, Wind und Wetter hat die neuere Naturwissenschaft unter allgemeine Gesetze gebracht und die Lehre von den Winden verspricht durch Dove's aufgefundenes Gesetz der Winddrehung sichere Aufschlüsse über die Witterung zu geben.

Regellos erscheinen uns auf den ersten Anblick oberflächlicher Betrachtung die schwankenden und in steter Aenderung begriffenen Richtungen des Windes, aber dennoch erkannte das wissenschaftliche Auge eine Ordnung darin, indem die Winddrehung von Links nach Rechts gerichtet ist und auf Südwind Südwest, West, Nordwest, Nord, Nordost, Ost, Südost und Süd folgen. Diese Drehung des Windes läßt sich zwar nicht immer in Regelmäßigkeit beobachten, mannigfache Ursachen können störend und unterbrechend darauf einwirken und dann ein Zurückspringen des Windes veranlassen. Jedesmal, wenn ein Wind von Rechts nach Links sich ändert, so erscheint er als eine Anomalie, eine Störung, welche erst wieder ausgeglichen werden muß, wenn das Wetter einen beständigen Charakter annehmen soll. Gesetzt, wir haben Westwind mit Regen und wünschen uns den trocknen,

warmen Südwind; wir schauen mit Verlangen nach der Windfahne und der Nachbar ruft uns ermunternd zu: „es wird gutes Wetter, der Wind hat sich nach Süden gedrehet!“ — so werden wir, als Eingeweihete der Naturwissenschaft, uns die Drehung der Windfahne nicht zu besonderer Freude gereichen lassen, wir werden nichts unternehmen, wozu wir dauerndes, warmes, trockenes und sonniges Wetter erfordern, denn wir wissen, daß der Wind eine contraire, zurückspringende Bewegung gemacht hat, wir also auf normale Witterung bei Südwind nicht rechnen dürfen. Wollte das Wetter in gehöriger Weise sich dauernd aufklären und Wärme geben, so hätte der Wind von Westen durch Norden und Osten nach Süden sich drehen müssen, wie es sein nunmehr erkanntes physisches Gesetz der Drehung erheischt. —

Wie erklärt sich aber dieses Drehungsgesetz des Windes? Hören wir den Entdecker selbst Antwort darauf geben. — Wird die Luft durch irgend eine Ursache von den Polen nach dem Aequator getrieben, so kommt sie von Gegenden her, welche (in Folge der Axendrehung der Erde) eine geringere Rotationsbewegung besitzen, als die dem Aequator näher liegenden Breitegrade. Die Luft bleibt also in der Geschwindigkeit dieser Gegenden zurück und erhält dadurch eine östliche Richtung, wie das beim Passatwinde ebenfalls der Fall ist. Auf der nördlichen Halbkugel gehen deshalb die Winde, welche als Nordwinde entstehen, bei ihrem allmäligen Vorrücken durch Nordost in Ostwinde über. Ist auf diese Weise ein Ostwind entstanden, so wird dieser, sobald seine Ursache fortdauert, welche die Luft gegen den Aequator treibt, hemmend auf den Strom, welcher vom Pole kommt, einwirken, die Luft wird die Rotationsgeschwindigkeit des Ortes, über welchem sie sich befindet, annehmen und, bei der fortdauernden Tendenz, nach dem Aequator zu strömen, gegen Norden zurückspringen, wo sie nun dieselbe Reihe von Erscheinungen wiederholt. — Haben aber die Polar-

ströme eine Zeitlang geherrscht, ist die Windrichtung östlich geworden, treten nun Aequatorialströme ein, so wird der Ostwind durch Südost gegen Süd umschlagen. Strömt die Luft von Süden nach Norden fort, so gelangt sie mit der größeren Rotationsbewegung der dem Aequator näherliegenden Parallelkreise nunmehr an nördlichere Orte, deren Rotationsgeschwindigkeit geringer ist; sie wird dort der von Westen nach Osten rotirenden Erdoberfläche mit größerer Geschwindigkeit voraufeilen, die südliche Richtung des Windes wird allmälig eine südwestliche, endlich eine westliche. Bei fortwährender Tendenz der Luft, gegen die Pole abzuströmen, wird der Wind sehr bald wieder nach Süd zurückspringen, ebenso, wie der Ost nach Norden zurückspringt; wird aber der Aequatorstrom durch eine Polarströmung verdrängt, so schlägt der Nordwest nach Norden um. — Auf der südlichen Halbkugel muß der Umschlag des Windes in entgegengesetzter Richtung geschehen. — In den Tropengegenden, wo nur die Passatwinde wehen, gibt es keine vollständige Winddrehung an der Oberfläche der Erde selbst, die Passatrichtung wird nur bei seinem Vordringen immer östlicher. — Wie sehr diese Windrichtungen auf Barometer und Thermometer einwirken müssen, läßt sich schon ohne directen Beweis vorausschließen. Die neuere Meteorologie hat aber auch dafür directe Beobachtungen geliefert. Ich führe beispielshalber folgende Dovesche Erfahrungen für den Winter an. — Wenn sich der Südwestwind, immer heftiger wehend, endlich vollkommen geltend gemacht hat und durchgedrungen ist, dann erhöhet er die Temperatur über den Gefrierpunkt, es kann daher nicht mehr schneien, sondern es regnet, während der Barometer seinen niedrigsten Standpunkt erreicht. Nun aber drehet sich der Wind nach West und der dichte Flockenschnee beweiset, ebenso wie der rasch steigende Barometer, die Windfahne und das Sinken des Thermometers, den einfallenden kälteren Wind. Der Wind drehet sich nach Nord — der Himmel

heitert sich auf, mit dem folgenden Nordost steigen Barometer und Kälte auf das Maximum ihrer Höhe. Allmälig beginnt das Barometer zu fallen, seine Federwölkchen deuten durch die Richtung ihres Entstehens den eben eingetretenen, südlicheren Wind an, den das Barometer schon fühlt und anzeigt, wenn auch die Windfahne noch keine Empfindung davon hat und ruhig Ostwind verkündigt. Doch immer bestimmter verdrängt der Südwind von oben herab den Ost, das Quecksilber im Barometer fällt entschiedener, die Windfahne zeigt Südost, der Himmel bezieht sich allmälig mehr und mit steigender Wärme verwandelt sich der bei Südost- und Südwind niederfallende Schnee bei eintretendem Südwestwind in Regen. Damit ist der einmalige Kreislauf vollendet, um von Neuem zu beginnen. — Charakteristisch ist der Niederschlag auf der Ostseite, welcher von dem Niederschlage auf der Westseite gewöhnlich durch eine kurze Aufhellung getrennt ist. — Hier haben wir eine normale Winddrehung und die davon abhängende Witterung vor uns gehabt; — Störungen und Zurückspringen des Windes kommen aber vielfältig vor und sie sind mit ihren Witterungsanomalien immer nur Unterbrechungen des normalen Kreislaufes, zu dessen Ausgleichung und Herstellung die drehende Fortbewegung des Windes von Links nach Rechts bald wieder eintreten wird. — Die große Rolle, welche Feuchtigkeitsgehalt der Luft und Wärmezustände derselben bei den Ursachen meteorologischer Erscheinungen spielen, ist nicht minder ein Object der neueren Naturwissenschaft geworden. Nicht nur hat man durch Erfindung und Construction von Feuchtigkeitsmessern (Hygrometer) wie von Saussure, Gay-Lussac, Daniel, genau den Grad der Sättigung und Spannung der Luft zu ermitteln gewußt, sondern auch die Gesetze der täglichen und jährlichen Variationen des atmosphärischen Wassergehaltes ermittelt, viele klimatische und Witterungszustände daraus erklärt, Nebel- und Wolkenbildung, Regenmenge, Schnee und Hagelentstehung richtig verstane.

Aus der großen Menge der neueren, atmosphärischen Anschauungen gebe ich meinen Lesern nur zwei Dinge, deren erstes zur wissenschaftlichen Unterhaltung, deren zweites aber dazu dienen mag, die Erklärungsweise der neueren Physik in dem Gebiete der Meteorologie zu zeigen. Ich meine die Aufsuchung des Thaupunktes der Luft und die Hagelbildung.

Unter Thaupunkt versteht man denjenigen Zustand der Luft, in welchem sie bei einem gewissen Temperaturgrade nicht ferner fähig ist, Wasserdunst in sich aufzunehmen, also gänzlich damit gesättigt und gezwungen ist, das Wasser zu verdichten, d. h. als Thau, Regen oder Schnee niederfallen zu lassen. — Warme Luft kann mehr Wasserdunst in sich aufnehmen, als kältere — mit jeder Abkühlung muß also die Luft ihrem Sättigungspunkte und dem Maximum ihrer Spannkraft näher geführt werden. Erfolgt das Erkalten der Luft durch einen kalten Windstrom, so verdichtet sich der für diese kühlere Temperatur überflüssige Wasserdunstgehalt der Luft zu Nebel, Wolke, wir sehen in der kalten Luft unsern Athem und den weißen Rauch der Schornsteine sehr stark. Wird die Luft aber durch einen kalten festen Körper abgekühlt, so schlagen sich die Wasserdünste, wie z. B. an der Fensterscheibe, zu kleinen Wassertröpfchen nieder — die Temperatur, wobei dieses geschieht, ist der Thaupunkt und zeigt uns an, daß bei diesem Temperaturgrade die Luft außer Stande ist, noch mehr Wasserdunst aufzunehmen. — Dieses Gesetz ist für unsere Witterung sehr wichtig und ein ganz einfaches Experiment kann uns jeden Augenblick Kunde davon geben, ob wir bald Regen bekommen oder noch länger trockenes Wetter behalten werden. Hundert Maaß Luft können bei 0 Grad des Thermometers $\frac{1}{2}$ Maaß Wasserdunst aufnehmen. Jedes Bischen mehr wird als Thau (Wassertropfen) ausgeschieden (verdichtet). Nach obigem Zahlenverhältnisse ist nun leicht zu berechnen, daß 100 Maaß Luft von 10 Graden Cel-

siusthermometer*) $1\frac{1}{4}$ Maaß, bei 20 Graden Wärme $2\frac{1}{8}$ Maaß Wasserdunst aufzunehmen im Stande sind. Hätten 100 Maaß Luft von 20 Graden Wärme nur erst 1—$1\frac{1}{2}$ Maaß Wasserdunst, so könnte diese Luft noch um das Doppelte davon enthalten und sie wird deshalb mit großer Begier den Wasserdunst aufsaugen, nasse Körper schnell trocknen und die Verdunstung der Flüssigkeiten befördern. —

Will man nun gelegentlich erfahren, ob es bald regnen wird oder nicht, ob wir Thau über Nacht bekommen oder nicht, so brauchen wir nur die Luft über ihren zeitigen Wassergehalt zu befragen. Man nimmt ein gewöhnliches Trinkglas, füllt dasselbe beinahe bis zur Hälfte mit nicht zu kaltem, verschlagenem Wasser, stellt es an das offene Fenster, taucht ein Glasthermometer hinein und setzt nun in kurzen Pausen kleine Quantitäten recht kaltes Wasser (zur Winterzeit kleine Stückchen Eis) und zwar so lange hinzu, bis das Glas an der äußeren Seite anfängt zu beschlagen. Im Momente, wo dies der Fall ist, sieht man nach dem Stande des Thermometers, wie weit sein Quecksilber gesunken ist. — Der Grad, welchen es zeigt, ist der Thaupunkt der Luft, ist derselbe bedeutend kälter als die Luft-

*) Bei dieser Gelegenheit muß ich bemerken, daß die neuere Naturwissenschaft durchweg die in Frankreich allgemein übliche Centesimalscala des Celsiusthermometers eingeführt hat, und alle Temperaturzahlen danach ausdrückt. Bekanntlich ist im bürgerlichen Leben der Réaumur'sche Thermometer am Verbreitetsten, aber wer in Naturwissenschaften sich orientiren will, muß sich den Celsius geläufig machen. Es gibt noch einen Fahrenheit'schen Thermometer, der in England überall gebräuchlich ist, er fängt ganz willkürlich 32 Grade unter dem Eispunkte zu zählen an und ist sehr unpraktisch. Réaumur und Celsius beginnen beim Eispunkte (Schneeschmelz-Grade) mit 0 Grad — ersterer zählt bis zum Siedpunkte des Wassers 80 — letzteres 100 Grad. — Will man beide Scalen vergleichen, so verhalten sich 4 Grade Réaumur wie 5 Grade Celsius, also z. B. 80 = 100 —; beim Fahrenheit dagegen sind 5 Grade Celsius gleich 9 Graden und will man Réaumur oder Celsius auf Fahrenheit reduciren, so muß man 4 oder 5 mit 9 vergleichen und dann noch 32 Grade zuzählen, dieselben müssen aber abgezogen werden, wenn Fahrenheit in Réaumur oder Celsius verwandelt werden soll.

temperatur, hat man also recht viel kaltes Wasser oder Eis zusetzen müssen, so kann man auf anhaltend gutes (trocknes) Wetter rechnen, denn die Luft kann noch bedeutend abgekühlt werden, ehe sie vom Dunste gesättigt ist, liegen aber Lufttemperaturgrad und Thaupunkt nicht weit auf der Thermometerscala auseinander, dann ist der Regen nahe, die Luft bedarf nur einer geringen Abkühlung, um gesättigt zu sein. —

Nun zur Hagelbildung. Ich wähle gerade diese, um zugleich ein Beispiel davon zu geben, wie, bei aller Gründlichkeit der physikalischen Erklärungsweise, doch die alltäglichsten Naturerscheinungen am Meisten Schwierigkeiten für die Wissenschaft machen, eben weil diese gründlich verfährt. — Das vorige Jahrhundert wußte platterdings nichts über die Bildung des Hagels anzugeben — auch heute noch sinnt der wissenschaftliche Zweifler darüber nach, Einwürfe aller Art gegen die neue Theorie der Hagelbildung möglich zu machen. Die alte Wissenschaft hatte uns eine allgemein verbreitete Ansicht über dieses Naturphänomen zurückgelassen, welche einst der berühmte Volta aufgestellt und wonach er gelehrt hatte, daß Sonnenwärme und zurückstoßende, electrische Kraft eine starke Verdunstung auf der oberen Wolkenfläche verursachten, wodurch dem noch nicht verdunsteten Wasser soviel Wärme entzogen werde, daß die Wassertropfen zu Eis erstarrten. Eben diese Mitwirkung der Sonnenwärme betrachtete man zugleich als Erklärung, warum meist nur am Tage Hagel niederfalle. Da aber die Folgerungen dieser Ansicht ganz und gar ins Unmögliche und Widersinnige führen, so war es eine der ersten Bemühungen neuerer Naturbetrachtung, eine erfahrungsmäßigere Erklärung zu geben. Es betheiligten sich daran angesehene Männer mit mehr oder weniger Glück. So meinte Leopold v. Buch, es schlüge ein aufsteigender, wasserstoffreicher Luftstrom, sobald er in die leichteren Schichten gelange, sein Wassergas tropfbar nieder, die Tropfen verdunsteten im Niederfallen ihre Wärme,

würden zu Eis, zögen neue Wasserdünste an, um sie an diesen eisigen Kernen zu lagern, und wüchsen deshalb im Niederfallen an. Daher sollte die schaalige Structur der Hagelkörner entstehen. — Aehnlich, durch rasch wechselnde Verdunstung und Wiederverdichtung, erklärte auch Schwaab das Phänomen. — War es bei Volta's Ansicht unglaublich, daß eine Wolkenelectricität so schwere Eismassen, wie doch Hagelwolken sind, schwebend erhalten könne und die electrischen Gegensätze sich nicht alsbald durch die Leitungsfähigkeit des Hagels ausgleichen müßten, zumal dessen Körner zwischen oberer und unterer Wolke auf- und niederfahren sollten, wie die Hollunderkügelchen zwischen geriebenem Glasstabe und Tische, so war es auch bei Buch und Schwaab unerklärt geblieben, wie sich plötzlich eine solche Menge Hagel und die bedeutende Ausdehnung vieler Gewitter bilden könne, wenn Verdunstung und Verdichtung, Wärmebindung und Wärmefreiwerdung sich einander aufheben. Es suchte deswegen Gay-Lussac die Ursache der in der Wolke erzeugten Kälte in einer Wärmestrahlung. A. v. Humboldt erklärte die Kälte durch Ausdehnung der unteren, dichten Luft, wenn dieselbe aufsteige und in eine dünnere Schicht gelange, Muncke glaubt an eine ruhige Untereinanderschichtung einer mit Wasserdampf gesättigten, wärmeren Luft mit einer kälteren, die endlich durch plötzlichen Windstoß miteinander gemischt würden, und der Wasserdunst in Wasser, Schnee, Hagel übergehe — es versuchten sich de Luc, Muschenbroek, Lichtenberg ꝛc. an der Erklärung, indem sie die Electricität auf verschiedene Weise als Ursache der Kälteerzeugung ansahen, aber der Einwurf, welchen Röllner, ein Techniker, allen diesen Auctoritäten machte, nämlich daß durchaus keine Erklärung davon gegeben sei, wie plötzlich am heitersten, blauen Himmel eine Gewitterwolke sich bilden könne und die Hagelwolke nebst Entladung derselben innerhalb der Grenzen unseres Horizontes vollendet sei, ehe die Zeit verstrichen, in der nach obigen Theorien das

Eis sich bilden könne, war ein unabweisbarer und wissenschaftlich berechtigter.

Die Hagelbildung hat auch über die Entstehung der Gewitter Aufschlüsse gegeben. Seitdem Armstrong durch seine Hydroelectrisirmaschine überzeugende Versuche gemacht hat, ist es unzweifelhaft, daß die Gewitterelectricität nur durch kalte Luftströmungen und eine dadurch verursachte Wassergasverdichtung entsteht. Hier kommt wieder die Chemie erklärend zu Hülfe, indem sie lehrt, daß bei jeder Veränderung des Aggregatzustandes der Körper (vgl. Brief III) sich Wärme, Licht und Electricität bemerkbar machen. Die Natur zeigt das auch längst im Großen. — Haben Sie schon den Ausbruch eines feuerspeienden Berges erblickt? Sie werden gesehen haben, daß die im Inneren des Berges zusammengedrückten Gase sich beim Entweichen durch den in hohe kalte Luftregion hineinragenden Krater plötzlich ausdehnen, sich in der kalten Luft aber ebenso schnell wieder verdichten und dabei Blitz und Donner erzeugen, als ob ein Gewitter über dem Berge lagere. — Eine ähnliche Erscheinung ist es, wenn ein kalter Luftstrom plötzlich in einen wärmeren eintritt, das Wassergas wird sich zunächst zu Bläschen (Nebel), dann zu Tropfen oder Eis verdichten und electrische Erscheinungen begleiten diesen raschen Wechsel des Aggregatzustandes — es bildet sich die Wolke, als runder Ballen oder in Kugelform (ein Zeichen der Wolkenentstehung, während in Auflösung begriffene Wolken zackig und zerrissen erscheinen) und jede entstehende Wolke, also in Verdichtung begriffenes Wassergas, ist positiv, jede sich auflösende Wolke vorherrschend negativ electrisch. — Die plötzliche Verdichtung des Wassergases in höheren Regionen oder der Erdoberfläche näheren Schichten hat eine plötzliche Luftverdünnung in der Umgebung zur Folge und da die Chemie gezeigt hat, daß im luftverdünnten Raume alle Salzsolutionen weit unter ihrem Krystallisationspunkt abgekühlt werden können, ohne zum festen Krystall zusammenzuschießen,

was aber durch Hinzutreten von Luft, Stoß, Druck, augenblicklich erfolgt — und da ferner chemisch bewiesen ist, daß Wasser unter starkem Drucke weit über seinen Kochpunkt hinaus (100 Grad Celsius) erhitzt werden kann, ohne wirklich ins Kochen zu gerathen, und dann auch im luftverdünnten Raume weit unter den Gefrierpunkt abgekühlt werden kann, ohne Eis zu werden, so haben wir hier ein Naturgesetz kennen lernen, welches auch die Hagelbildung erklärt. Die Luftverdünnung, welche an der Grenze plötzlicher Wassergasverdichtung entsteht, wird zunächst Bildung von kleinen, dann größeren Tropfen veranlassen, welche in der dünneren Luftschicht schnell fallen, in der unteren dichten wieder in kleinere Tröpfchen zerstäuben und, wenn diese einmal unter dem Gefrierpunkte erstarren, ganz plötzlich zu Eis werden. Diese Eiskörner ziehen im Fallen mehr unter den Gefrierpunkt abgekühltes Wasser an, es bilden sich stets neue Eisüberzüge über den ersten Kern, concentrische, schaalige Schichten, die oft eine bedeutende Größe erreichen können und nun, in die untere, wärmere Luft gerathend, immer noch den Wasserdampf ringsum als Eis niederschlagen, so lange der Hagelkern noch unter dem Gefrierpunkte verharrt. Deshalb kommt im hohen Norden keine Hagelbildung vor und ist dieselbe in den Tropengegenden so bedeutend, denn da die kalte Schneegrenze am Aequator über 15,000 Fuß hoch liegt, so ist der Luftdruck sehr gering, die Fallhöhe bedeutend und der Hagelkern kann unterwegs sich auf langer Strecke vergrößern, während im Norden nur Wassertropfen niederfallen können, welche den Gegenstand, worauf sie treffen, plötzlich mit glasiger Eismasse überziehen, also eine unvollendete Hagelbildung sind. So unterscheidet sich der Hagel, als ein unter dem Gefrierpunkte in verdünnter Luft erkältetes, aber in dichterer Luft *plötzlich* zu Eis erstarrtes Wassertröpfchen, vom Schneeflöckchen, als ein, bei 0 Grad *langsam* krystallisirtes Wasser.

Wenn durch den Eintritt eines kalten Luftstroms in den

wärmeren, wasserstoffreichen, der luftverdünnte Raum nicht völlig bewirkt wird, wenn entweder nicht genug Wasser zugegen war, welches sich verdichten konnte, oder die Schneeregion (wie im Frühlinge und Herbste) sehr tief herabgesunken ist, so ist die ganze Atmosphäre dichter, die darin sich bildenden Wassertropfen, unter den Gefrierpunkt abgekühlt, haben keine Neigung, größere Tropfen darzustellen, sie erstarren aber plötzlich und fallen als Graupeln nieder, ohne alle Gewitterbegleitung, da Verdichtung und Verdünnung unvollkommen bleiben, also die Electricität nur unbedeutend erregt ward. Deswegen wird auch, sowie der kalte Luftstrom in die mit Wasserdunst gesättigte Atmosphäre eindringt, zuerst nur Graupelbildung stattfinden, sobald aber der kalte Strom weiter eingedrungen, die Verdichtung und der luftverdünnte Raum größer und vollständiger geworden ist, dann wird das, bereits unter 0 Grad gekältete Wasser in großen Tropfen sich vereinigen und zu Hagel plötzlich erstarren. — Große Wassertropfen sind immer (wie sie ja auch bei Gewittern niederzufallen pflegen) das Product der schnellen Wasserverdichtung im luftverdünnten Raume, wo das Wasser ungehinderter seiner Cohäsion folgen kann. — Daß diese Luftverdünnung stattfinden muß, erhellt schon aus der Thatsache, daß 1700 Volumina Wassergas erst ein Volumen Wasser liefern — diese Luftverdünnung beim Gewitter fühlen wir auch durch die Empfindung der eigenen Schwere, gleichwie ein Schiff im schwereren Seewasser leichter, als im leichteren Flußwasser erscheint, und das eigene größere Gewicht macht sich nur als Müdigkeit bemerkbar. — Da in einen luftverdünnten Raum von allen Seiten die schwerere Luft nachstürzt, um das gestörte Gleichgewicht wieder auszugleichen, so erklärt sich dadurch der Gewittersturm, alle kleineren Wolken in der Nähe der Gewitterwolke werden durch deren electrische Anziehung angezogen, wodurch es scheint, als zögen alle Gewitter gegen den Wind, und indem der erste kalte Luftstrom, welcher die anfäng-

liche Wassergasverdichtung veranlaßte, mit großer Gewalt von oben herab gegen den verdünnten Raum drängt, um ihn auszugleichen, senkt sich die Gewitterwolke immer tiefer. —

So erklären einfache Naturgesetze die Erscheinungen im Großen und ich habe gerade diese Hagel- und Gewitterbildung noch besonders um deswillen hier hervorgehoben, weil die so einfache, für sich selbst redende wissenschaftliche Erklärung wieder zeigt, wie der technische Umgang mit der Natur zu weit klareren Einsichten in die Naturerscheinungen zu führen vermag, als die Gelehrsamkeit der Studirstube, denn der Techniker Nöllner sahe die Ursache der Hagelbildung weit richtiger an, als die großen Physiker, weil er ein im Großen arbeitender Chemiker ist, der nicht aus schnell vorübergehenden Experimenten und an kleinen Versuchsquantitäten, sondern zu jeder Zeit des Jahres, bei Wärme und Kälte, hohem und niederen Barometerstande und unter den verschiedensten Localeinflüssen Fabrikate nach Centnergewichten liefern muß und dabei auf Naturgesetze stößt, welche das Experiment im akademischen Laboratorium übersehen, oder, unter günstigeren und ausgesuchteren Bedingungen nicht vortreten läßt. Möge dieses Beispiel zugleich wieder als Beweis dienen, wie die heutige Naturwissenschaft verfährt, um durch erkannte Gesetze auf ein gleiches Verhalten bei Erscheinungen im Großen und in unerreichbaren Räumen zu schließen, wenn gleiche Wirkungen auf gleiche Ursachen zurückweisen. —

Ich glaube diesen Brief über die physikalischen Gebiete der heutigen Naturwissenschaft nicht besser schließen zu können, als mit der, auch in das Volk eingedrungenen, wenn auch schwer verstandenen neuesten Beweisführung der Erdumdrehung durch die Pendelbewegung. —

Wie? bedurfte es denn noch eines Beweises? Reden nicht Tag und Nacht, der tägliche Umlauf der Sonne und Gestirne allaugenblicklich zu uns, daß unser Weltkörper sich in vierund-

zwanzig Stunden einmal um seine Axe drehet? — Ja! lieber Leser — es bedurfte noch eines Beweises und zwar eines recht handgreiflichen, für die mit Blindheit und Vorurtheil geschlagenen Menschen, welche die alte hebräische Ansicht von dem Umlaufe der Gestirne um die feststehende Erde, aus orthodoxer Strenggläubigkeit und aus anerzogener Opposition gegen die Naturwissenschaft im Allgemeinen, vertheidigen und alle zeitherigen Rotationsbeweise für weltliche Theorien halten. Aber die neuere Naturwissenschaft ließ nicht lange auf sich warten, sie lieferte einen kolossalen Beweis, den man mit Händen greifen kann.

Hast Du nicht gehört, daß in vielen Städten irgend ein einheimischer Lehrer der Physik die intelligente Einwohnerschaft nach einer Kirche oder einem hochgewölbten Saale eingeladen, hier ein langes Pendel aufgehängt, einen Sextanten darunter gestellt und ausgerufen hat: „hier sehet die Axendrehung der Erde, seht! wie Ihr Euch selbst mit bewegt, Grad für Grad! — Reiseten doch selbst in dem letzten Jahre Männer besonders mit einem Riesenpendel von Stadt zu Stadt, um den Leuten zu zeigen, daß sie wirklich auch im vermeintlichen Stillsitzen von der Stelle kämen und zwar am Aequator in einer Stunde an 225 Meilen zurücklegten! — In der That konnte die Naturwissenschaft der neuesten Zeit keinen glücklicheren Gebrauch vom Pendel machen, der ihr ohnehin schon ein weit wichtigeres Instrument geworden war, als der uneingeweihete, ungebildete Mensch ahnen mochte.

Die Gründe für Axendrehung unserer Erde von Westen gegen Osten hatte uns die astronomische Physik in folgenden Argumenten dargelegt. Zunächst war eine innere Wahrscheinlichkeit vorhanden, da man nicht glauben konnte, daß die weit größeren Welten und namentlich die entfernteren, in der ungeheuren Schnelligkeit von 24 Stunden die kleine Erde umkreisen sollten und außerdem die Bewegung der Himmelskörper zu

gleichmäßig war, um einer anderen Ursache als der Erddrehung anzugehören. Dazu kam noch, daß diese Himmelsbewegung um die Erde keinen Mittelpunkt hatte, indem sie nicht um den Mittelpunkt der Erde, sondern um deren Axe geht und viele Sterne sich in Parallelkreisen drehen, deren Mittelpunkt weit über die Erde hinausliegt. Das Verhalten der fallenden Körper aus bedeutenden Höhen, wie es 1679 Newton erkannte, zeigte, daß der Körper weiter nach Osten falle, als es die senkrechte Linie der Schwerkraft erlauben würde, wenn nicht, wegen der Rotation, die Thurm- oder Felsspitze eine schnellere Bewegung gegen Osten erhalten habe — Versuche, welche noch im Anfange unseres Jahrhunderts Benzenberg auf dem Michaelisthurme zu Hamburg und im Kohlenschachte zu Schlehbusch wiederholte, und wodurch Hooks Beobachtung bewiesen wurde, daß jeder fallende Körper in einer spiralen Linie gegen Osten und Süden sich bewege, was allein die Axendrehung der Erde verursachen kann. Andere fernere Gründe für dieselbe waren aus der Schwungkraft der Erde und ihrer Abplattung an den Polen, aus der Verschiedenheit der Anziehung oder Schwere auf der Erde, aus der Gegenwart beständiger Ostwinde, der vorbildlichen Axendrehung anderer Himmelskörper 2c. genommen, aber dennoch forderte der orthodoxe Glaube einen überzeugenderen Beweis, und der für mathematische Anschauungen unfähige Mensch entbehrte noch immer der sinnlichen Wahrnehmung — er wollte die Bewegung, welche er machen zu müssen überredet worden war, wirklich fühlen, wollte an sich erfahren, daß er unter dem Aequator in jeder Minute 3,75 Meilen (also schneller als der Schall, der in einer Minute nur 2,724 Meilen macht) zurücklege, daß Wien (im 48sten Breitegrade) jede Minute $2\frac{1}{2}$ Meile, Petersburg (im 60sten Breitegrade) aber nur $1\frac{3}{4}$ Meile weiter kommen, daß der aufrechtstehende Mensch nach 12 Stunden auf dem Kopfe stehen müsse, wie Fliegen auf der oberen oder unteren Fläche einer Kugel. Halten wir

uns bei solchen kindlichen Einwürfen nicht länger auf, fragen wir lieber, wie ist es der neuesten Wissenschaft möglich geworden, auch den verstocktesten Sinn vor den handgreiflichen Beweis der Axendrehung zu führen?

Wie kann ein Pendel, wie wir es als eine so einfache Vorkehrung an unseren Wanduhren haben, die Bewegung der Erde beweisen? Gut das, möge das Pendel dazu dienen, um den Beweis zu liefern, welch ein wichtiges, vielredendes und mannigfaltig aufklärendes Instrument es ist, oder vielmehr, wie die neuere Methode der Naturwissenschaft im Stande ist, die größten Entdeckungen und Aufschlüsse ewiger Gesetze durch ein im bürgerlichen Leben so gemeines und ungeachtetes Instrument zu finden. Ich erinnere nur an die chemische Wagschaale, welche der Compaß des Chemikers geworden ist, an das, im Bürgerhause nur als Wetterglas respectirte Barometer, womit die Wissenschaft Bergeshöhen und Erdtiefen mißt. —

Wir alle kennen das Pendel als Zeitmaaß, mag es die Pendelbewegung der Beine eines geübten Fußgängers sein, welche in der Minute die mittlere Zahl von 86 Schwingungen, also 172 Schritte macht, oder das Secundenpendel an unseren Uhren, oder daß Hin- und Herschwanken der Lampe am hohen Domgewölbe zu Pisa, wodurch einst der Knabe Galilei auf die wichtigen Gesetze dieser Bewegung geführt wurde, immer ist die Pendelschwingung eine Folge der Schwerkraft der Erde, welche auf alle ihre Theile wirkt und zwar so gleichmäßig, daß alle Körper mit gleicher Schnelligkeit fallen. Das Pendel kämpft in seiner Bewegung mit der Schwerkraft, welche es endlich zur Ruhe in verticaler Lage bringt; dabei ist aber, wie uns jeder Uhrmacher erklären kann, die Länge des Pendels von großem Einflusse auf seine Schwingungsdauer, je länger, desto größer sind, bei gleichem Ausschlagswinkel, die Schwingungsbogen und damit die Raumstrecke, welche das Pendel durchfällt. Wir reguliren ja aus der Länge des Pendels unsere Schwarz-

wälder Uhren mit großer Leichtigkeit, ein 4 Fuß langes Pendel macht eine Schwingung, während ein 1 Fuß langes unterdessen zwei Schwingungen vollendet, es verhalten sich also die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln der Pendellänge, und wenn auch bei den aus Holz und Metallstangen verfertigten Uhrpendeln jeder Theil der Stange um so schneller zu schwingen strebt, je näher er dem Aufhängepunkte liegt, so läßt sich sowol durch Rechnung wie durch empirisches Ausprobiren genau bestimmen, wie lang ein Secundenpendel sein muß. Das Pendel blieb in der Hand genialer Menschen aber nicht nur Zeitmaaß, sondern wurde auch ein Instrument, um die Erde zu messen, wozu man sich des Compensations- oder Rostpendels bedient, welches so construirt wurde, daß die verschiedenen Temperaturveränderungen weder verkürzend noch verlängernd darauf einwirken können, indem, während die Stahlstange durch Wärme sich verlängert, angebrachte Zinkstangen, welche ihren Stützpunkt dem Aufhängepunkte entgegengesetzt haben, durch ihre Ausdehnung wieder die Stahlstange heben — also eine Ausdehnung die andere compensirt und man ein Pendel von unveränderlicher Länge besitzt. — Die Schwere ist die treibende Kraft des Pendels, je weiter also dasselbe vom Mittelpunkte der Erde entfernt ist, um so geringer muß ihre Anziehung auf dasselbe werden, um so weniger Schwingungen wird es in gegebener Zeit machen. Schwingt dasselbe Pendel an den Polen der Erde zahlreicher, als am Aequator, so muß man schließen, daß die Pole dem Mittelpunkte näher liegen, also die Erde hier abgeplattet ist. Dadurch gab Newton einst den Beweis von der Polabplattung der Erde, als Folge ihrer Axendrehung. Man hat genau die Höhe zu kennen, in welcher man sich über dem Meere befindet, um das Pendel als Maaß der Erdmasse zu gebrauchen, denn mit zunehmender Höhe (Entfernung) nimmt die Schwere (die Anziehung der Erdmitte) ab und ein und dasselbe Pendel schwingt auf Bergen langsamer.

als in niederen Gegenden. — Kennt man die Höhe, so zählt man die Schwingungen, welche das Compensationspendel in einem Tage macht, vergleicht seine Bewegungen mit denen einer regulirten Pendeluhr und berechnet Schwingung und Zeit. In Spitzbergen muß z. B. ein Secundenpendel 3 Fuß, 2 Zoll, 1 Linie lang sein, auf St. Thomas nur 3 Fuß, 1 Zoll, 10³/₄ Linien, deswegen fällt auch auf Spitzbergen ein Stein in einer Secunde 15 Fuß, 7 Zoll, 11 Linien, und in St. Thomas nur 15 Fuß, 7 Zoll. — Daraus folgt daß Spitzbergen (70° 49′ 58″ nördl. Breite) dem Mittelpunkte der Erde näher liegt, als Thomas (0°, 24′ 4″ nördl. Breite) und daß also die Erde an dem Pole abgeplattet sei. So vermochte die Wissenschaft mittelst des Pendels die Gestalt der Erde zu messen — aber sie verstand dieses einfache Instrument auch zu gebrauchen, um damit die Masse der Erde zu wiegen.

Und in der That ist das Pendel eine Wage für Erde und Himmel geworden. — Die Schwere ist nicht nur eine der Erde allein angehörige Kraft, sondern die Erscheinung einer allgemeinen Anziehung zwischen allen Himmelskörpern. Wenn gleich Newton zu der Ansicht gekommen war, daß mit zunehmender Anziehung, also dem Mittelpunkte der Erde näher, die Dichtigkeit der Masse zunehmen müsse, so machte sich doch schon eine Massenungleichheit in der Dichte der Erde bei verschiedenen Messungen bemerkbar, zumal wirkten Bergmassen durch ihre Anziehung störend auf den richtigen Gang der Pendel ein und da diese Abweichungen keine Rechnungsfehler und Beobachtungsmängel waren, so mußte man sie durch Bodeneinwirkung auf die Pendelschwingung erklären. Diese Anziehungskraft wurde aber nun ein geistreich erdachtes Mittel, um unsere Erde zu wägen. Picard hatte längst die Größe des Planeten, auf dem wir wohnen, berechnet, aber ebenso, wie eine Kugel verschieden schwer ist, je nachdem sie bei gleicher Größe von Holz, Eisen oder Kork ist, so war noch die Frage zu lösen, wie

schwer, d. h. wie dicht ihre Masse sei. Wie war diese kolossale Kugel zu wiegen? Durch eine Anwendung des Gesetzes der Anziehungskraft. Haben wir erst einen Maaßstab in dem Zahlenausdrucke der Anziehung irgend eines in seiner Masse genau bekannten Körpers, so gibt sein Verhalten zur Gesammtanziehung der Erde Aufschluß über die Masse der gesammten Erde.

Diesen Aufschluß gab die neueste Wissenschaft auf eine geistreiche und zutreffende Weise — wir erhielten damit eine Wage in die Hand, um selbst die entferntesten Himmelskörper damit wägen zu können. — Es wurde die Beobachtung gemacht, daß große Bergmassen, wie z. B. der Chimborazo, eine solche Anziehung auf die, der Schwerkraft folgenden, hängenden Körper ausüben, daß z. B. das Bleiloth dadurch von der senkrechten Richtung abgelenkt wird. Diese Beobachtung forderte zu einer Reihe wichtiger Experimente auf, denen sich bedeutende englische Naturforscher unterzogen, die Ablenkung des Bleilothes bestätigte sich durchgehends, man untersuchte die Massen der Berge und ihr specifisches Gewicht und berechnete danach die Dichtigkeit der Erde. So z. B. haben Quarz und Glimmerschiefer eine Dichtigkeit, welche die des Wassers ungefähr $2^3/_4$ Mal übertrifft, man berechnete daraus die Dichtigkeit der Erde auf fünfmal so groß, als die des Wassers. — Statt des von Hutton und Maskelyne gebrauchten Bleilothes, wendete nun Carlini das Pendel an, dessen Schwingungen durch die Anziehung von Bergmassen, also durch die größere Schwerkraft beschleunigt werden mußten. In der That mußte das Pendel auf dem Gipfel eines in Größe, Gestalt und Dichtigkeit genau bekannten Berges um $^1/_2$ Linie länger sein, als in gleicher Höhe ohne Gegenwart des Berges. — Die sicherste Auskunft gab uns aber erst Cavendish darüber, indem er eine geistvoll erdachte Drehwage construirte, mittelst der man im Stande war, in der engen Studirstube die große Erde zu wägen. Diese Drehwage ist ein horizontal schwingendes Pendel und

das Resultat von mehr als 2000 Beobachtungen ergab, daß die mittlere Dichtigkeit unserer Erde um $5^2/_3$ Mal größer, als die des Wassers sei. — und da der Umfang der Erde ungefähr 2620 Millionen Kubikmeilen beträgt, so ist der Masseninhalt der gesammten Erde $13^1/_2$ Quadrillionen Pfund. — Damit ist aber die Erde wieder eine Wage für das Gewicht anderer Planeten unseres Sonnensystems geworden. — Um ungefähr die Methode anzudeuten, wie die neuere Wissenschaft die Massen des Jupiter, Mars 2c. zu wägen vermag und sagen darf, daß die Masse des Jupiter 337 Mal, des Saturns 101 Mal, des Uranus 20 Mal und des Neptun 25 Mal so groß, als die unserer Erde sei, wollen wir die Masse der Sonne beispielshalber aufsuchen. — Die Mondbewegung um die Erde wird beinahe allein von der Erdanziehung veranlaßt, weil die Sonne auf Beide fast gleich stark wirkt und daher ihre Bewegungen zueinander kaum merklich verändert. Nun zieht aber die Erde den Mond in einer mittleren Entfernung von 51,900 Meilen, in jeder Stunde $2^2/_8$ Meilen weit. Die Sonne dagegen zieht unsere Erde in einer mittleren Entfernung von $20^2/_3$ Millionen in jeder Stunde durch $5^2/_9$ Meilen. Man berechnet nun, wie weit die Erde den Mond ziehen würde, wenn er ebensoweit wie die Sonne entfernt wäre und da nun nach arithmetischem Gesetze jede Kraft, welche von irgend einem Mittelpunkte aus wirkt, in gleichem Grade abnimmt, als das Quadrat ihrer Entfernung zunimmt, so würde die Erde, wenn der Mond $20^2/_3$ Millionen Meilen entfernt wäre, nur noch durch $4^2/_5$ Zoll in der Stunde ziehen. Eine Vergleichung dieser Kraft mit der der Sonne ergibt für letztere eine Masse um 352,280 Mal größer, als die unserer Erde und da sich aus dem scheinbaren Durchmesser der Sonne deren Größe bestimmen läßt und diese beinahe $1^1/_2$ Millionen größer als die unserer Erde ist, so kann, einem einfachen Rechenexempel zufolge, die Sonnendichtigkeit nur $^1/_4$ von unserer Erddichtigkeit sein, also höchstens

$1^1/_2$ Mal so groß als die des Wassers. So führte die einfache Pendelbewegung, dieses einförmige Ticken unserer Wanduhr, auf die Macht des menschlichen Geistes, in den entferntesten Himmelsräumen die schwebenden Weltkörper zu wägen. —

Aber die neueste Zeit lernte das Pendel noch auf glänzende Weise gebrauchen, um den hartnäckigen Zweifel an der Axendrehung unserer Erde handgreiflich zu widerlegen. Leon Foucault erfüllte in neuester Zeit die Anforderung des Volkssinnes, den Sinnenbeweis für die Umdrehung der Erde um ihre Axe zu liefern. Er vermochte dieses wiederum durch das der Wissenschaft bereits so wichtig gewordene Pendel. — Die Axe eines rotirenden Körpers behauptet immer ihre unveränderliche Richtung, wie jeder Kreisel oder Reifen des spielenden Knaben beweiset; es fragt sich nun zuerst, ob die Bewegung des Pendels eine so beharrende ist, daß die Bewegung der Erde keinen ablenkenden Einfluß darauf auszuüben im Stande ist? — Versetzen wir uns in der Phantasie an den Pol der Erde, denken wir uns die Erdaxe verlängert und hängen wir hier unser Pendel auf, geben wir ihm in einer Richtung den Anstoß zum Schwingen, so wird es unverändert in dieser Richtung fortschwingen, während unsere Erde sich in 24 Stunden einmal um sich selbst drehte, alle Punkte der Erde also einmal um das schwingende Pendel sich herumgedreht haben. Wir können den Versuch im Kleinen machen. Hängen wir an einem Punkte, der rasch um seine eigene Axe gedreht zu werden vermag, das Pendel, etwa einen Stahlstab, auf, geben wir diesem die Schwingungsrichtung von Nord gegen Süd, so wird sie unverändert dieselbe bleiben, wenn wir auch den Aufhängepunkt um seine eigene Axe drehen. Geben wir einer schweren Kugel, die wir am Faden zwischen den Fingern halten, eine Pendelschwingung, so wird sich diese in ihrer einmal angenommenen Ebene nicht ändern, wenn wir auch im Kreise umhergehen. — Nun fragt es sich aber, wie das Pendel sich verhält

wenn wir dasselbe nicht in der sich drehenden Erdaxe, sondern da, wo wir wohnen, an der Peripherie einer sich umwälzenden Kugel, woselbst der Aufhängepunkt mit uns fortgeführt wird, in Schwingung versetzen? Hier bildet die Erdaxe einen um so größeren Winkel zu unserer lothrechten Linie, je weiter wir vom Pole entfernt sind, die Erdumdrehung geht für uns nicht mehr in der Lothlinie unseres Standpunktes vor sich, wie oben im Pole, wo Erdaxe und Lothblei zusammenfallen, sondern unsere senkrechte Linie bewegt sich selbst mit um die Axe der Erde, die Pendelschwingung erleidet eine genau zu bestimmende Abweichung dabei, und eine mathematische Berechnung und Zeichnung, welche gar keinen Zweifel zuläßt, beweiset uns, daß die Abweichung der Schwingungsebene des Pendels in einer gegebenen gleichen Zeit um so geringer wird, je geringer die geographische Breite eines Ortes ist, je mehr er also dem Aequator sich nähert und vom Pole entfernt. Während ein Pendel, im Pole aufgehängt, binnen 24 Stunden die ganze Erde einmal durch seine Schwingungsebene kreisen lassen würde, oder scheinbar das Pendel, wenn man seine Spitze über einer Windrose schwingen ließe, in 24 Stunden einmal alle Himmelsgegenden durchliefe, dauert dieser Umlauf mit Annäherung an den Aequator immer größere Zeit, verliert sich am Aequator gänzlich und beträgt in unseren nördlichen Breitegraden (zwischen 50—52 Graden) ungefähr 31 Stunden, 20 Minuten bis 30 Stunden, 27 Minuten. — So weicht bei uns in Braunschweig (52 Grad 16 Minuten nördl. Breite) die Pendelschwingung auch etwa in angegebener Zeit ab, indem nach je drei Stunden dieselbe beinahe um 35 Grade nach links abweicht, mithin in 24 Stunden 279 Grade, also etwas über Dreiviertheile des ganzen Kreises. — Für den Nichtmathematiker ist freilich diese Pendelbewegung in unseren Breitegraden etwas complicirter geworden und hat von der großen Einfachheit, wie dieselbe am Pole sich darstellt, etwas verloren, indessen kann ihm jeder Mathematiker die wirk-

liche Fortbewegung der Pendelschwingungsebene durch eine Zeichnung als nothwendig existirend nachweisen und als wirklich vorhanden anschaulich machen. Diese Abweichung der Schwingungsebene hat ihren Grund aber nur allein in der Umdrehung der Erde, mithin auch des Aufhängepunktes des Pendels. — Da diese Abweichung der Pendelbewegung aber existirt, so mußte die neuere Naturwissenschaft sie auch für Jedermann sichtbar machen können und dies Experiment führte zuerst Leon Foucault aus. Er hing in hohen Räumen ein Pendel auf, dessen untere Spitze über einer Kreisgradeintheilung schwebte und mit andachtsvollem Schweigen sahen die Zuschauer, welche den langsamen und geräuschlosen Schwingungen des Pendels folgten, denselben in vorher berechneten Zeitmaaßen allmälig gegen Westen vorrücken und Jedermann fühlte sich ergriffen von der Wahrnehmung und dem Gedanken, daß er, daß der feste Boden unter ihm, Mauergewölbe, Säule und Stadt sich langsam geheimnißvoll um das gleichmäßig schwingende Pendel im Kreise bewegten und die eigene Fortbewegung im großen Himmelsraume gesehen werde. Diese Versuche wurden von Garthe 1852 im Kölner Dome mit einem 145 Fuß langen Pendel vor zahlreichem Publicum wiederholt und vervollkommnet, und da die Einnahme zum Besten des Dombaues bestimmt war, so trat noch der bemerkenswerthe Umstand ein, daß die aufklärende Naturwissenschaft durch einen Beweis gegen die alte orthodoxe Glaubensansicht zum Fortbau eines Gebäudes beitrug, das einst von der größten Feindin der Naturwissenschaft und der Copernicanischen Lehre von der Erdbewegung, der römischen Hierarchie, begonnen wurde. — Da das Pendel immer auf einem beweglichen Boden aufgestellt, und der Aufhängepunkt mit in der täglichen Bewegung der Erde begriffen ist, so könnte man fast glauben, diese Bewegung müßte dem Faden und dem daran befestigten Pendelgewichte mitgetheilt werden und dadurch Störungen in die Schwingungs-

ebene bringen — indessen man braucht nur irgend ein Gewicht an einem Faden mit den Fingerspitzen zu halten und in Pendelschwingungen zu versetzen — das rascheste Umdrehen des Fadens um sich selbst wird keine Veränderung in die einmal begonnene Schwingungsebene bringen. — Um den Foucault'schen Beweis aber so genau als möglich zu liefern, hat man alle Vorsichtsmaßregeln angewandt, um den Aufhängepunkt so fest als möglich zu machen und gegen störende Erschütterungen zu sichern. Garthe empfahl dazu nach Art des Schiffscompasses eine Vorrichtung, die aus zwei Messingringen besteht, welche um eine Stahlaxe drehbar sind und deren innerer Ring eine zweite, gegen die erstere drehbare und rechtwinklig gestellte Axe trägt, in deren Mitte der Pendelfaden, meist aus feinem Eisendrahte bestehend, hängt, der nicht kürzer als dreißig Fuß und dessen Pendelgewicht nicht unter zwanzig bis dreißig Pfund schwer sein soll, um die Schwingungen langsam und zufällige Störungen unschädlich zu machen. — Um beim Beginne der Pendelschwingungen jede drehende Bewegung des Gewichts zu verhüten, welche allmälig in elliptische Schwingungen des oberen Fadentheils übergehen würde, so befestigt man das aus dem Gleichgewichte gezogene Pendel an einem dünnen Seidenfädchen und, wenn die völlige Ruhe des Pendelgewichtes eingetreten ist, brennt man den Faden durch. Im Pariser Pantheon, vor dem staunenden Publicum, machte Foucault dieses Experiment mit einem 223 Fuß langen und 56 Pfunden schweren Pendel.

Still und langsam fortschreitend, wie der Pendel, ist die naturwissenschaftliche Wahrheit; sehen wir uns selbst durch den Weltraum mit unserem irdischen Lebensschauplatze fortbewegen, wie dürfte unser Geist dabei noch stille stehen wollen! —

Siebenter Brief.

Werfen wir einen Blick in das organische Reich der naturwissenschaftlichen Forschung, so werden wir, falls unsere Voraussetzungen und vermeintlichen Kenntnisse auf die Lehrbücher vor funfzig Jahren gestützt wären, uns gar nicht zurechtfinden können in den Gebietserweiterungen und Anschauungen der heutigen Physiologie. Ist auch die Hypothese von der Lebenskraft (vergl. Brief III) noch nicht durch eine präcisere Definition vom Wesen der organischen Körper ersetzt worden, so sind doch die Processe und Gestaltungen, welche jene Lebenskraft anregt und unterhält, durch eine physikalische Erklärungsweise klar gemacht und auf Gesetze des Lebens zurückgeführt, die täglich durch neue Bestätigungen und Erweiterungen gesichert werden. —

Gerade in dem Wissen vom Leben der Pflanzen und Thiere sind die Beobachtungen dieses Jahrhunderts auf einen ganz neuen Boden gerathen; Chemie und Mikroskop entdeckten zahlreiche, früher ungeahnte Bedingungen und Resultate des Lebensprocesses, eine Entwickelungsgeschichte der einzelnen Gewebe und Formen, wie der Geschöpfe selbst, trat an die Stelle der starren Beschreibung todter Gebilde; die Chemie erschloß ein durch das Leben verwaltetes Laboratorium von organischen Stoffen und deren Kräften und Verbindungsgesetzen, welches das große chemische Gesetzbuch der anorganischen Natur nicht nur erweiterte, sondern auch bestätigte, das Mikroskop aber eröffnete die im kleinsten Raume der Körperwelt angelegte, bewunderungswürdige Werkstatt der organischen Lebenskraft, wo sie sich mit der ersten, durchsichtigen Stoffhülle und Form bekleidet und dem bewaffneten und im Sehen geübten Auge gestattet, die zartesten, den Bildungsgedanken frisch ver-

körpernden Gestaltungen zu erkennen und deren Metamorphosen zu verfolgen.

Die wichtigste Entdeckung im Organischen ist die der Pflanzenzelle und Thierzelle und ihre Lebenserscheinungen. — Fast gleichzeitig wurden diese Formenelemente, die Pflanzenzelle von Schleiden, die Thierzelle von Schwann, erkannt und alsbald Gegenstand und Boden einer ganz neuen Lehre vom Leben, seiner Gestaltung und seinen Bedingungen. Alle Pflanzen und Thiere bestehen aus Zellen und deren mathematischen Fortbildungen, jede Zelle stellt einen in sich geschlossenen Organismus dar, der entweder nur mit anderen Zellen eine gemeinschaftliche Function übernimmt, oder sich mit anderen Zellen zu einer neuen Form und Verrichtung verbindet, wobei das ursprüngliche Zellenleben mehr oder weniger in dem Ganzen des Geschöpfes aufgeht — so lautet die allgemeine Formlehre der organischen Natur. Und da hat sich denn herausgestellt, daß die untersten Pflanzen und Thiere nur einfache Zellen sind, daß eine höhere Pflanze nur der summarische Ausdruck einer Addition nebeneinanderliegender Zellen ist, dagegen im Thiere das Zellenleben immer mehr zu einer Entwicklung durcheinander, zur Lebenssumme einer Multiplication der Zellen gekommen ist, je ausgebildeter und höher organisirt das Thier erscheint.

Gehen wir, so weit der mir zugemessene Raum dieser Briefe gestattet, einmal mitten durch das Pflanzen- und Thierleben hindurch; wir werden überall auf Entdeckungen der neueren Zeit stoßen. — Hier eröffnet sich vor uns die Pflanzenwelt. Was hat uns die Wissenschaft der letzten funfzig Jahre darüber zu sagen?

Zunächst sind in der vegetabilischen Natur die ternären, chemischen Verbindungen vorherrschend, indem nur Eiweiß, Käsestoff, Schleim, Faserstoff (Kleber) und einige specifische Grundstoffe (Radicale) der Pflanzen Stickstoff neben den drei

anderen Elementen enthalten. Die Grundform aller Pflanzen ist die $^1/_{50}$ — $^1/_{300}$ Linie große, ursprünglich runde, nirgend geöffnete Zelle, welche sich nur in einer Flüssigkeit zu gestalten vermag, die Zucker, Gummi und Schleim enthält, worin sich in der ersten Entstehung einzelne Schleimtheilchen zu einem stickstoffhaltigen Kerne zusammengruppiren, an dessen Oberfläche sich ein Theil der umgebenden Flüssigkeit in Gallerte verwandelt, einen relativ unauflösbaren Stoff. Er bildet die Zellenmembran; durch sie dringt (mittelst der, bereits im dritten Briefe erkärten Endosmose) die äußere Flüssigkeit ein, dehnt dieselbe aus, den Kern an eine Seite drängend, und damit haben wir ein mikroskopisches Bild der frisch gebildeten, lebensfähigen Pflanzenzelle. In ihr sieht man oft die innere Flüssigkeit in eine Art Circulation gerathen, wie das Mikroskop z. B. bei Chara, Nitella rc. erkennen läßt, — immer aber lagern sich durch den chemischen und lebendigen Bildungsproceß auf der inneren Wand neue Schichten ab, die in Ringen, Düpfeln, Spiralen, Netzwerk rc. sich mehr oder weniger regelmäßig niederschlagen und allmälig die Zellenwand verdicken. Mit zunehmender Verdickung hört auch die Durchdringbarkeit der Membran auf, damit aber zugleich der chemische Proceß, der Bildungsact — das Leben. Die Verdickung der Zellenwand als Folge ihres eigenen Ernährungs- und Secretionsprocesses, führt demnach zum Tode der Zelle, darum ist eine Holzzelle bereits todt, sie nimmt keinen Antheil mehr am Gesammtleben der Pflanze, wir sehen sie deshalb oft, z. B. in hohlen Bäumen, ganz verfault und verwittert, ohne daß der Lebenstrieb im Baume gestört wäre, der seine lebenskräftigen Zellen im Splinte (Cambium) d. i. in den jüngsten, noch unverdickten Zellen findet und deshalb dieselben, wie der zunehmende Umfang eines Baumes und seine Jahresringe deutlich erkennen lassen, jährlich neu ersetzt. — Sowie erst eine Zelle ein Secret enthält, mag es Oel, Stärkmehl, Farbstoff,

Krystall sein, so beginnt damit ihr Austritt aus dem regeren und austauschenden Lebensverbande. — Die ursprüngliche Zelle ist rund — der gegenseitige Druck plattet sie zu vieleckigen Gestalten ab, meist im Durchschnitte sechseckig erscheinend, doch gibt es auch, durch ungleichmäßige Ernährung veranlaßt, langgestreckte, strahlen- oder sternförmige und gelappte Zellen. Solche Zellen im Zusammenhange bilden die verschiedenen Pflanzengewebe. Indem sich Zellen nicht überall gleichmäßig berühren, sondern Lücken zwischen sich lassen, zeigen die Gewebe sogenannte Intercellularräume und Gänge, erstere in schwammigen Geweben recht groß, letztere als enge, meist dreieckige, um alle Zellen herumlaufende Kanäle. In manchen Pflanzen, z. B. den Milchsaft- und Harzpflanzen, bilden sich diese Intercellulargänge zu wirklichen, communicirenden Behältern eigenthümlicher Säfte aus, wie der Saft im Schöllkraute, der Wolfsmilch, den Gummibäumen ꝛc. Das Mikroskop erkannte aber noch andere Lücken und Gänge in den Geweben (Parenchym) der Pflanzen, die dadurch entstehen, daß durch rasches Wachsthum und Ausdehnen größere oder kleinere Portionen Zellgewebe zerreißen, rauhwandige Räume (wie bei den Doldenpflanzen, den hohlen Stengeln der Kuhblume, bei den Gräsern) oder längere Kanäle mit glatteren Wänden, zuweilen von stehengebliebenen Scheidewänden unterbrochen, darstellen. — Sie enthalten immer nur Luft und dienen dazu, die dem Pflanzenleben so unentbehrliche Circulation von atmosphärischer Luft zu vermitteln. — So hat die neuere, wissenschaftliche Botanik über die früher sogenannten Pflanzengefäße aufgeklärt, hat ihre Entstehung aus dem Verschmelzen senkrecht stehender Zellenreihen und dem Schwinden der Scheidewände beobachtet, woraus dann Röhren hervorgehen, die, jenachdem die Zellen düpfel-, ring-, spiral- oder netzförmige Schichtablagerungen auf ihrer inneren Wand hatten, gedüpfelt, spiralig ꝛc. erscheinen — Gewöhnlich nennt man sie Spiral- oder Ringgefäße,

weil diese Form die gemeinste ist; die frühere Zeit legte ihnen eine große Bedeutung bei, indem man sie für Lebenssaft führende Gefäße hielt, analog den Blutadern der Thiere — indessen hat sich herausgestellt, daß sie gar keinen Antheil an Saftverbreitung haben, daß sie in vielen Pflanzengattungen (wie z. B. bei Flechten, Pilzen, Moosen, Algen, Wasserfäden, Schimmelpflanzen) gänzlich fehlen und daß sie nichts weiter, als Luft enthalten, also eine untergeordnete Bedeutung haben. — Die neuere Wissenschaft hat die alte Vorstellung von Saftadern in den Gewächsen ganz beseitigt, denn niemals finden sich Verwachsungen und Verzweigungen solcher, immer nur in Bündeln vereinigter, nicht communicirender Gefäßchen, die niemals einen Ernährungssaft, sondern allein nur Luft enthalten. Die wahre Saftbewegung und Ernährung geschieht von Zelle zu Zelle und zwar findet man in der Umgebung der Luftgefäße langgestreckte, übereinander gelagerte Zellen, die einen trüben Saft enthalten und sich vom anderen Gewebe unterscheiden. Das sind die eigentlichen Gefäße, Cambialzellen genannt, in ihnen ist das Leben thätig, hier bilden sich immer neue Zellen, wodurch die Pflanze wächst. Der innere Bau der Pflanze ist ganz unabhängig von der äußeren Form, der Unterschied besteht nur darin, wie Cambialzellenbündel untereinander und zum übrigen Gewebe gelagert sind. Das ist verschieden in den drei großen Pflanzengruppen, den Akotylen, Monokotylen und Dikotylen, (wie die Wissenschaft alle Pflanzen ohne deutliche Blätter und Samenfrüchte, ferner mit Blüthe und Samen, aber einem Keimblatte oder Samenlappen beim Keimen, und endlich mit Blüthe und Samen, aber mit zwei und mehr Keimblättern, unterscheidet). — Bei den Akotylen liegen die Gefäßbündel entweder nur in der Mitte des Stammes und Zweiges, oder in zerstreueten, regelmäßig oder unregelmäßig gelagerten Gruppen (Schachtelhalm, Bärlappe,

Moose, Farren) und da alle Gefäßbündel (d. h. Cambialzellen mit Luftgefäßen zusammengebündelt) nur an der Spitze ihrer neuen Theile durch Zellenerzeugung fortwachsen, so findet bei allen diesen Pflanzen keine Zunahme des Umfanges statt. Bei den Monokotylen, die man schon daran erkennen kann, daß sie sämmtlich parallele Blattnerven haben, liegen die Gefäßbündel ganz unregelmäßig, ohne alle Ordnung im Zellgewebe vertheilt und wachsen auch im Umfange, (Palme, Gräser, Orchideen) während bei den Dikotylen, sämmtlich an netzrippigen Blättern erkennbar und die eigentlichen Laubhölzer repräsentirend, sämmtliche Gefäßbündel regelmäßig im Kreise um ein Centrum (Mark, d. i. abgestorbenes Zellgewebe oder verwitterte Holzzellen) sternförmig gelagert sind, alle Jahre eine äußere Schicht neuer Cambialzellen zwischen äußerer Bastschicht und den letzten vorjährigen Holzzellen bilden und dadurch die sogenannten Jahresringe veranlassen. —

So hat die neuere Botanik auch über Bau und Lebensbedeutung zusammengesetzter Gewebe eine richtige Ansicht gewonnen; die Spaltöffnungen der Blätter (von denen auf den Raum einer Quadratlinie an 100—1000 kommen) sind die äußeren Mündungen der Luftgänge und Räume in den Pflanzen, wodurch den Blättern die Function des Athmens übertragen wurde, indem sie Wasserdampf verdunsten, Gasarten aufnehmen und ausscheiden. Da die Wurzel mehr Wasser einsaugt, als die Pflanze nöthig hat, so scheidet sie durch die Blätter über ⅔ Wasser wieder aus; der in den Blättern zurückbleibende Saft wird durch diese Verdunstung concentrirter, die darin aufgelösten animalischen Bestandtheile häufen sich an und liefern den bedeutenden Aschegehalt beim Verbrennen der Blätter. — Das Zellenleben der Pflanze gab über die Ernährung derselben ganz neue Aufschlüsse. Kohlensäure, Ammoniak und Wasserdunst sind die Elemente dieser Nahrung, aber allein 99 Procent Wasser werden durch die Wurzel aufgenommen, immer

aber bei Weitem mehr, als mit dem Regen niederfällt, worüber die interessantesten Beobachtungen gemacht werden. So verlangt z. B. ein Morgen Land mit Kohl, oder ein ebenso großer Garten mit Zwergbirnbäumen in den vier Sommermonaten 5 Millionen Pfunde Wasser, während ungefähr nur 1,600,000 Pfunde als Regen niederfallen, von dem noch wieder ein beträchtlicher Theil verdunstet. Es war der Wissenschaft darum zu thun, die Quelle des Mehrbedarfs an Wasser zu finden und sie entdeckte dieselbe in der Luft, indem nämlich viele Bodenbestandtheile die Eigenschaft haben, in hohem Grade den Wasserdunst aus der Luft einzusaugen, daneben auch Kohlensäure und Ammoniakgas anzuziehen und damit das angesogene Wasser zu sättigen. — Ich erinnere hierbei an die in einem früheren Briefe besprochene Porosität der Körper und die daraus für den Humus erwachsenden Eigenschaften der Einsaugung. — Ein Baum von geringer Größe verdunstet in zehn Stunden 15 Pfunde Wasser. — Damit aber 1 Pfund sich in Dunst verwandeln kann, bindet er 75 Grade Wärme, die also unfühlbar und der Luft entzogen werden — daraus erklärt sich denn auch, warum Wälder die Temperatur einer Gegend erniedrigen und das **Klima verändern können**. Wieder ein Fingerzeig der neueren Naturwissenschaft für das praktische Leben — nicht ohne Einsicht in Naturgesetze rodet man Wälder aus, um eine Gegend wärmer zu machen und das Klima zu verbessern. —

Ich fahre fort, den Hintergrund der **heutigen** botanischen Anschauung zu enthüllen. Die Bedeutung und Entwicklungsgeschichte der **Blattknospen** und **Blüthen** ist erst der neuern Botanik völlig verständlich geworden. In kleinen Schuppen ruhen in der Knospe die Anlagen der Blätter und nicht nur sind die Zwiebeln, Knollen 2c. als fleischige oder dickschuppige Knospen erkannt, sondern auch die Blüthe, trotz der Mannigfaltigkeit ihrer Farbe und Form, als eine mehr oder weniger veränderte **Blattformation** verstanden worden. Zu den in-

teressantesten Entdeckungen gehört aber die Befruchtungsweise der Blüthenpflanzen, welche in der neueren Botanik ein Resultat mikroskopischer Forschung sind. Es wurde mit Augen verfolgt, wie der Pollin (Blüthenstaub) welcher aus kleinen Zellen besteht, sowie er auf die Narbe des weiblichen Blüthenstempels gefallen und hier von dem zuckerhaltigen Stoffe, den die zarten Narbendrüsen absondern, nicht nur festgehalten, sondern auch in sein normales Mittel der Ernährung eingebettet ist, seine Schläuche hervortreibt, welche durch die senkrechten Zellenreihen des Stempels niederdringen, sich, immer länger wachsend, Eingang in die Fruchthöhle und in die Mündung der Saamenknospen verschaffen und hier den stillschlummernden, tiefverborgenen Keim befruchten, der nun seine Lebensthätigkeit der Samenreife anhebt. Mit dieser Entdeckung hat sich der Name Schleiden in der wissenschaftlichen Botanik abermals verewigt. Sowie das Samenei sich entwickelt, fängt die Blüthe an zu welken, aber sie wandelt dabei ihre einzelnen Theile, Kelch, Krone, Staubfäden und Stempel, in Umhüllungen der Frucht um. — Durch die Art dieser Blüthenumwandlung erhalten die Früchte ihre eigenthümlichen und mannigfaltigen Formen. So ist z. B. die beliebte Erdbeere ein ausgearteter Theil des Blüthenstengels, während die wirklichen Früchte nur kleine, ungenießbare Körner sind, so ist die Himbeere ein fleischig und saftig gewordener Blüthenstempel, wobei die Stengeltheile sich in kleine schwammigweiße Zapfen umwandeln, der Apfel ist eine Wucherung eines Theiles vom Blüthenstiele, die Kirsche eines Theiles vom Blüthenblatte, während Nuß und Mandel sich zur Form kleiner Pflänzchen mit Wurzel, Stengel, Blättern und Knospen ausbilden.

Ueber die Anwendung der erkannten Ernährungsweise der Pflanzen auf die Cultur derselben und den Ackerbau habe ich schon in einem vorhergängigen Briefe Andeutungen gemacht. Es ist daraus verständlich geworden, warum z. B. Erbsen weit

mehr Kalksalz im Boden fordern, als Weizen, warum Erbsen keinen Samen treiben, wenn sie im reinen Quarzsande, ohne Kalk- und Kalisalze wachsen müssen, warum Getreide einen Ackerboden fordert, welcher Kalk, Bittererde und Phosphorsäure enthält, warum Wermuth, Runkelrübe, weiße Rübe, Mais, Melde im Boden Kali, dagegen Flechten, Klee, Cactus, Bohnen, Erbsen, Taback den Kalk, endlich Weizen, Hafer, Roggen, Gerste, Heidekraut, Acazie, Ginster, alle Gräser Kieselsäure suchen, und der wilde Sellerie nur bei Salinen, Stechapfel, Borasch, nur auf salpetrigem Boden vorkommen, warum in manchen Gegenden gewisse Pflanzen gänzlich fehlen, z. B. in der thonbodigen Rheinpfalz nie Heidekraut und gelbe Ginster wachsen, während sie wenige Stunden weiter am Rande des Odenwaldes alle Bergabhänge und Wälder bedecken.

Die Fähigkeit des Bodens, das für die Pflanzenwelt so wichtige Wasser aufzunehmen und anzuhalten, hängt stets vom Thongehalte ab. Zu viel Thon gibt deshalb einen nassen Boden, in dem nur Binsen und Riedgräser nothdürftig fortkommen können, welche Thonpflanzen sind. — Die neuere Naturwissenschaft hat aber die Porosität der Körper anzuwenden verstanden, um den nassen Boden zu entwässern, sie lehrte poröse Röhren von gebranntem Thon in die Erde legen, die das Wasser aufsaugen, fortführen und auf einer niederen Abfluthstelle gleich einem Quell oder Sturzbach ergießen. — Kennt nicht bereits jeder Bauer und Landwirth die Drainage und dankt er nicht der Naturwissenschaft die Fruchtbarmachung seiner sonst todtliegenden Felder? —

So schritt auch an der Hand der neueren, wissenschaftlichen Botanik die Düngerlehre fort. — „Aber!" — wird mir vielleicht ein mißvergnügter Oekonom entgegenwerfen — „was nützt es mir, daß ich mit Gyps, Knochenmehl, Holzasche, Torf- und Steinkohlenasche, gebranntem Kalk und ammoniakalischen Fabrikabfällen zu düngen weiß, daß mir gelehrt wird, wie der Bo-

den, weil er alljährlich seine Salze abgibt und der Luft Kohlensäure und Ammoniak liefert, immer neue mineralische Stoffe erhalten muß, daß eine einzige Weizenernte einem vier Morgen großen Felde 130 Pfunde Kalisalze, 67 Pf. Kalksalze, 260 Pf. Kieselerde entzieht? Was nützt mir die künstliche Düngung nach Liebig und die Einsicht, wie die Wechselwirthschaft meiner Felder auf dem Grundsatze beruhet, daß verschiedene Pflanzen auch verschiedene mineralische Stoffe entziehen, daß die Weizenernte auf vier Morgen 112 Pfunde phosphorsaure Salze, eine Rübenernte nur 38 Pfunde consumirt, also drei Rübenernten mein Feld aushalten kann, wo es nur für eine Weizenernte ausreichte? Was kann es mir genügen, wenn ich von der Naturwissenschaft erfahre, daß ich nach Weizen, ohne frische Düngung, Klee oder Kartoffeln bauen kann, weil sie wenig phosphorsaure Salze anfangen? — Schafft mir vor allen Dingen die Kartoffelkrankheit fort, damit ich Kartoffeln verkaufen, mein Vieh füttern und Branntwein brennen kann — und nicht zu Grunde gehe!" — — Der Naturforscher erschrickt und stammelt mit schamrother Verlegenheit: — „Es ist eine Abweichung des chemischen Processes in der Knolle, etwa ein vorzeitiger Keimungsproceß, wodurch die relativen Mengen von Stärke und Eiweiß verändert werden und das stickstoffreiche vermehrte Eiweiß leichter in Fäulniß übergeht, als das stickstofffreie Stärkemehl — denn eine gesunde Kartoffel soll nur 1 Theil Stickstoff zu 28 Theilen stickstofffreien Bestandtheilen, 1 Theil phosphorsaure Salze auf 10 Theile Alkalisalze haben. — Also folgt daraus, daß der frischgedüngte Boden zu viel Stickstoff darbietet." — . . . .

— „Gut das" — antwortet der Oekonom — „wie ist dem Uebel aber abzuhelfen?" — Und der Agriculturbotaniker antwortet: — „Roggen und Weizen geben in der Asche gleiche mineralische Verhältnisse, wie frischgedüngter Boden — man entziehe ihm deshalb alle Bestandtheile, welche Stickstoff enthalten, säe im

ersten Jahre auf das frischgedüngte Feld Roggen, im zweiten Jahre, abermals ohne zu düngen, Klee und im dritten Jahre, abermals ohne zu düngen, Kartoffeln." — Der Oekonom ruft ungeduldig: — „Das ist Alles geschehen und die Kartoffelkrankheit doch eingetroffen!" —

Der Naturforscher schweigt verlegen, fühlt eine dunkle Lücke in seiner Erkenntniß und lenkt die Aufmerksamkeit auf einen anderen Gegenstand. — Es würde mich in eine Darstellung ohne absehbares Ende führen, wollte ich alle mikroskopischen Entdeckungen an den Pflanzen hier auch nur andeuten, als da z. B. sind: die Aehnlichkeit der Nesselhaare mit den Giftzähnen der Schlangen, weshalb man die Nesseln auch die Schlangen der Pflanzenwelt genannt hat, was noch dadurch ein Vergleichsmotiv erhält, daß Nesseln und Schlangen ein um so heftigeres Gift erzeugen, je näher sie den Tropen sind und das Gift (kaum zu einem $\frac{15}{1000}$ Tropfen in die Hand gedrungen,) oft jahrelange Schmerzen und Amputation zur Folge hat. — Ferner: die Lebensformen der untersten Pflanzen, welche den Wassertropfen, gleich einem Meere, bewohnen aber dem unbewaffneten Auge in Tausenden von Exemplaren als zartes Stäubchen erscheinen; ferner: die Organe für verschiedene Functionen in Pflanzen, wo man dieselben nicht kannte, oder höchstens voraussetzte — oder endlich die Zellenfortpflanzung selbst und die Beweise für eine nicht freiwillige Zeugung der Pflanzenindividuen ꝛc. — ich muß solche Vorführungen einer anderen Gelegenheit aufsparen, sie alle, sowol die Beobachtungen im Kleinen wie im Großen, beruhen auf dem Zellenleben der Pflanzen und den chemischen Prozessen in denselben — ich beschließe deshalb die weitere Umschau und führe meine Leser sofort in das organische Reich der Thiere.

Sowie die Kenntniß einer großen Zahl neuer Pflanzen zu immer neuen Erweiterungen der Einsicht in das Pflanzenleben leitete, wurde auch die Bekanntschaft mit den Formen, Lebens-

weisen und Daseinsbedingungen der in fernen Gegenden angetroffenen Thiere die wichtigste Stütze des wissenschaftlichen Verständnisses. Vergleichung und Beobachtung der verschiedensten Lebensgestaltungen und Wandlungen führten die Zoologie und Anatomie zu der bedeutenden Höhe der Gegenwart. — Das Mikroskop enthüllte eine früher unbekannte Mannigfaltigkeit kleinster, zum Leben mitwirkender Organe, zugleich aber auch eine, auf ursprüngliche Entwicklungsgesetze deutende Einfachheit der Grundformen und ihrer Fortbildungen, daß man ebenfalls in der animalischen Zelle den Typus aller Formverschiedenheit erkannte und in ihr das Urbild eines untersten Thieres. — Sind doch Pflanzen und Thiere auf unterster Stufe, ein Zellchen hier und dort, nur für den geübten Kenner zu unterscheiden. — Die Frage: was ist ein Thier? — beschäftigte viele Forscher mit ausdauerndem Fleiße. Weiß man doch heute noch nicht vom Badeschwamm, ob er Thier oder Pflanze ist. Hier haben wir eine scheinbar willkürliche Bewegung, wenn das eingesogene Wasser oft plötzlich durch die Oeffnungen ausgestoßen wird, aber dennoch wurzelt der Schwamm pflanzenartig am Boden, zeigt weder Empfindung noch thierische Masse, stößt Keimkörner aus, welche durch Wimperbewegung eine Zeitlang frei umherschwimmen, um darauf einen Anheftungspunkt zu suchen und sich zu Schwämmen auszubilden. Was man früher freie Bewegung nannte und als ein dem Thierleben allein zukommendes Charakterzeichen deutete, das hat alle Bedeutung verloren, seitdem man die Wimpern entdeckte, womit auch Pflanzensamen, Keimkörner und kleine Wasserpflänzchen sich bewegen können. Solche Wimperfäden sind kleine Zellen mit feinem Ruderfädchen oder einem Kranze solcher haarförmigen Fädchen, wie sie auch bei Thieren ganze, ausgebildete Geschöpfe darstellen können, aber auch ganze Flächen, zum Beispiel die Schleimhäute der Athem- und Geschlechtswege ausgebildeterer Thiere als sogenanntes Flimmerepithelium überziehen, dessen Anblick durch

ein Mikroskop einem wogenden Aehrenfelde gleicht. Die Empfindung äußerer Eindrücke ist gleichfalls kein Zeichen des Thierlebens geblieben, seit man sie bei Pflanzen (Mimosen, Acazien, Berberizen, Oscillatorien) auch wahrnahm und sie bei wirklichen Thieren, z. B. den meisten Infusorien, gänzlich vermißte. So ist auch das früher respectirte Kriterium des Thieres, nämlich die Zusammenziehungsfähigkeit (Contractilität) der äußeren Leibeshülle, mittelst der der Thierleib verschiedene Formen anzunehmen vermag, während die Pflanzenhülle nur biegsam und elastisch ist, von der neueren Ansicht als haltlos bezeichnet, weil viele mikroskopische Thiere ein unbiegsames Panzerkleid aus glasheller Kieselerde haben und ihre Form immer dieselbe bleibt. Der Begriff eines Magens hat in neuerer Zeit eher noch, als andere Merkmale, als Thierkriterium Bestand gewonnen, wenn man jede Ernährung von innern Oberflächen aus, und wäre es auch nur die Einstülpung eines Theiles der äußeren Oberfläche, (erste Formation des Mundes) als einen Magen definirt, da alle Pflanzen nur von Außen Nahrung einsaugen. Eine Mundöffnung ist aber auch nicht immer vorhanden, man hat z. B. infusorielle Eingeweidethiere kennen gelernt, an denen keine Spur einer mundähnlichen Oeffnung zu finden ist.

Einen ganz bedeutenden Fortschritt hat die Wissenschaft vom Thierleben in der Gewebelehre und Entwicklungsgeschichte der ganzen Geschöpfe sowol, wie einzelner Gewebeformen gemacht; wozu eine geübtere Anwendung verbesserter Mikroskope besonders mitwirkte. Diese Kenntniß von der feinsten Construction thierischer Gewebe, von der Fortbildung der Zelle zu Röhre, Faser und Organ, ist recht eigentlich eine Errungenschaft der letzten zwanzig Jahre, und da in dieser Zeit schon der Grundsatz galt: „daß Form und Stoffcombination sich wie Wirkung und Ursache verhalten, so ging mit der histologischen Forschung, welche sich an die Formbestandtheile der thierischen Organe hielt, zugleich eine chemische Prüfung der

Stoffe Hand in Hand und man lernte nicht nur stickstofffreie (Fett, Milchzucker, kohlenstoffige Materien) und stickstoffreiche Bestandtheile (Eiweiß, Blut, Käsestoff, Faserstoff, Leim) sowie eine Menge von Mineralien (Kalk, Phosphor, Natrum) kennen, sondern auch eine große Aehnlichkeit mit den Pflanzenbestandtheilen, aus welcher sehr bald klar erkannt wurde, daß der Thierleib alle seine Bestandtheile vorbereitet von den Pflanzen erhält, der Käsestoff in pflanzlichem Legumin, der Faserstoff im pflanzlichen Kleber 2c. bereits gemischt sei und demnach auch das Thier, gleich jeder Pflanze, aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak bestehe und darin wieder sich auflöse. Dennoch wurden aber die chemischen Processe im Thierleben als weit zusammengesetzter und geheimnißvoller erkannt, als in den Pflanzen; der allgemeine Unterschied zeigte sich namentlich darin, daß Thiere unaufhörlich Sauerstoff einathmen, Pflanzen aber denselben ausathmen, daß zur Ernährung und Erhaltung des Thierlebens, außer Wasser und einigen Salzen, nur organische Substanzen geeignet sind, während die Pflanzen unorganische Stoffe in organische Combinationen verwandeln, daß endlich die Hauptmasse des Pflanzenkörpers aus stickstofffreien, des Thierkörpers aber aus stickstoff- und schwefelhaltigen Bestandtheilen und weit complicirter zusammengesetzt besteht, wobei bemerkt worden ist, daß alle thierische Stoffe nicht krystallisirbar sind und nur in den als untauglich ausgeschiedenen Stoffen Krystalle vorkommen. —

Eine andere Anschauung, als das vorige Jahrhundert hatte, bekam die physiologische Wissenschaft vom Bildungsleben der Thiere überhaupt. Alle Bildung, d. h. Formgestaltung und gleichzeitige Stoffumwandlung, beginnt im Flüssigen und zwar aus einem eiweißstoffigen Urmaterial, wie wir es im Thierreich aber auch in jedem ausgebildeten Organismus allgegenwärtig und alle Gewebe durchdringend vorfinden. Jedes Bilden, Erneueren und Wachsen geschieht immer aus dieser all-

gemeinen Bildungsflüssigkeit, (Plasma) und ihre Entdeckung antiquirte die ganze frühere Lehre von der Blutbedeutung im Thiere, denn gerade diese, außerhalb der Blutgefäße gegenwärtige Bildungsflüssigkeit ist die Quelle aller Gestaltung und nicht das Blut. — Es wurden viele Thiere bekannt, welche gar keine Blutmasse, nicht einmal besondere Gefäße haben, sondern nur von diesem Plasma erfüllt sind, das alle Gewebe der höheren und niederen Thiere (und bei den Pflanzen verhält es sich mit ihrem Eiweiß ebenso) so völlig durchdringt und sättigt, daß, wenn man nach Göppert's Versuche, pflanzliche und thierische Gewebe in Silberauflösung legt und dann verbrennt, dieselben ganz vollkommen ihre Structur aus gediegenem Silber zurücklassen, ein Beweis, daß die Silberlösung die Stelle des verdrängten Plasma eingenommen hatte, dasselbe also durch die ganze Form und Masse des Gewebes verbreitet war. Je tiefer ein Thier in der Naturordnung steht, desto mehr nähert sich seine Bildungsflüssigkeit dem Wasser, je höher, desto eistoffiger — aber wo auch ein Blutgefäßsystem vorhanden ist, da hat dieses immer nur einen mittelbaren Antheil am Bildungsleben. Damit stürzte die alte überlieferte Ansicht von den zarten Mündungen der feinsten Gefäße, wo nur der zarteste, als Blutwasserdunst bezeichnete Theil der Blutmasse austreten könne und der dickere, färbende Theil derselben zurück in den Adern bleibe; es wurde klar, warum viele Gewebe eine lebhafte Reproduction und raschen Stoffaustausch haben können, ohne irgend Blutadern zu bekommen (Hornhaut, Krystallinse), warum viele niedere Thiere gar kein Gefäßsystem haben. Die neuere Physiologie erkannte nicht nur, daß das Gefäßsystem, wo es ausgebildet ist, einen völlig in sich geschlossenen Kreis, ohne irgend eine freie Mündung darstelle, sondern daß es nur dazu diene, die Bildungsflüssigkeit, (das sog. Blutwasser) überall hinzuleiten und hier mittelst Exosmose durch die feinen Kanalhäute durchdringen zu lassen, sowie auch den Rapport zwischen Bildungswerkstatt

des Organismus und der äußern Atmosphäre zu vermitteln. Dazu dient der färbende Theil des Blutes, der aus kleinen $\frac{1}{200}$ — $\frac{1}{350}$ Linie großen Körperchen (Zellchen) besteht, bei Menschen und Säugethieren von scheibenförmiger, bei Vögeln, Amphibien und Fischen von elliptischer Gestalt, auf einer Kubiklinie Blut schon in einer Anzahl von 30 Millionen gegenwärtig und von der Natur bestimmt, Rapportträger zwischen Luft und Lebenswerkstatt zu sein. Im Durcheilen des Lungengewebes den verbrauchten Kohlenstoff der Lebensconsumtion an die auszuathmende Luft abgebend, den Sauerstoff der eingeathmeten Luft begierig, und sich dabei selbst hell röthend, in sich einsaugend, tragen sie diesen Lebenserreger, rasch durch die Pump- und Druckkraft des Herzens getrieben, in alle Bildungssphären des Organismus hinein, geben ihn hier ab zum chemischen Processe des Lebens und belasten sich abermals mit dem Kohlenstoffe der Consumtion, bis auch sie nach mehrmaligem Umlaufe erschöpft, absterben und in den Gallenbereitungsorganen ihr Grab finden, um in der Oekonomie des Organismus noch als Bestandtheil eines untergeordneten Lebenssaftes zu nützen. Aber das Blut verlangt Ersatz für die abgenutzten Träger des Sauerstoffes — und die Physiologie verfolgte die aus der Verdauungswerkstatt kommende Lymphe und den aus den Nahrungsmitteln bereiteten Milchsaft, entdeckte kleine Körperchen darin, welche sich in den Blutstrom ergießen, mit diesem gegen die Athematmosphäre eilen und zu Blutkörperchen werden. —

Die physikalischen Untersuchungen der letzten Jahre über die Herz- und Blutbewegung, sowie die chemische Prüfung der Blut- und Saftveränderungen verdienen als Fortschritte der neueren Wissenschaft genannt zu werden. — Das Athemleben, der ganze Vorgang der Absonderungen und die Construction ihrer Organe, der Verdauungsproceß und sein Chemismus, der Einfluß der Nahrungsmittel auf die Ernährung, die anatomische Anlage der Nervenbahnen und Centralorgane, sowie ihr, mit

Electromagnetismus vergleichbares statisches Gesetz von Leitung, Reflex, centralen und peripherischen Polaritäten, namentlich aber Geschlechtsleben und Entwicklungsgeschichte des Eies, gehören ganz diesem Jahrhundert wissenschaftlicher Erkenntniß an. Was darüber vor funfzig Jahren gelehrt wurde, hat für die Gegenwart höchstens noch historischen Werth, aber die Neuzeit gründete ganz neue Lehren, hob die Anschauung des Thierlebens auf völlig neue und lichte Standpunkte und wies auch im Leiblichen den Ausdruck des Seelischen, im Naturgesetze das Sittengesetz nach, indem die Wissenschaft vom animalischen Leben tief in das Verhältniß des Menschen zur Natur, der Völker zum Erdboden und in das Zusammenwirken von Naturgesetz und Menschencharakter blickte. —

Ich muß mir den detaillirten Nachweis aller dieser neuen physiologischen Lehren vorläufig hier versagen, da der Stoff zu weitschichtig und mannigfaltig, der Raum meiner Briefe aber nahe begrenzt ist. Welche bedeutende praktische Anwendungen sind nicht gemacht worden von den kaum übersehbaren Entdeckungen im Leben des thierischen und menschlichen Organismus! Von der Medicin will ich schweigen, denn diese folgt der Naturwissenschaft nur bis an die Pforte der Therapie — hier aber hört alle wissenschaftliche Methode auf und das Mysterium der „Kunst zu heilen“ beginnt, ein trauriges Gemisch von rohestem Empirismus und sublimsten Theorien. —

Wie aber auch das physiologische Wissen den Blick über das Menschenleben erweitert hat, das vermag man zu beweisen, wenn man nur das erste beste organische Gesetz in seiner Anwendung weiter verfolgt. Lassen Sie uns zum Schluß dieses Briefes das materiellste Gebiet des Thierlebens, die Restauration des Leibes durch Nahrungsmittel, einmal als Führer zur Beurtheilung ganzer Völker machen. —

In keiner früheren Zeit war es der Naturwissenschaft mög-

lich, den Satz zu beweisen: „sage mir, was Du issest und ich will Dir sagen, wer Du bist." — Wußte man doch vor funfzig Jahren nicht einmal anzugeben, was der Mensch essen solle, um der Naturforderung mit Bewußtsein der Gründe zu genügen. Jetzt wissen wir aber, daß der Mensch stickstofffreie, also kohlenreiche Nahrungsmittel, wie Kartoffeln, Stärkmehl, Sago, Bier, Zucker, Weingeist, Wein, Fett ꝛc. genießen muß, um den nöthigen Kohlenstoff für das Athmen zu liefern und dem Sauerstoff das Brennmaterial zuzuführen, damit Wärme erzeugt werde, daß der Mensch daneben auch stickstoffige Nahrungsmittel, Fleisch, Eiweiß, Käsestoff, Milch, Kaffee, Thee, Hülsenfrüchte, Pflanzenkleber ꝛc. zu sich nehmen muß, um Stoffe zur Blut- und Gewebebildung, Plasma daraus bereiten zu können. Ein Mensch, der nur Kartoffeln ißt, muß bei vollem Magen in wenigen Wochen am Hungertode sterben, gleichfalls, wenn er nur mageres Fleisch genösse — trinkt aber der Arme zu seinen täglichen Kartoffeln auch Kaffee, so bekommt er Cofföin, den Grundstoff der Kaffeebohne, damit den nöthigen Stickstoff und gedeihet dabei. Wir suchen Kochsalz und mineralische Speisetheile, weil wir deren ebenso bedürfen, wie das Hühnchen den Kalk, welchen es von der Wand pickt, um damit die Schale des Eies zu bilden, welches es legen muß; wir wissen, daß Entziehung der Kalknahrung zur Folge hat, daß das Huhn ein Ei mit weicher Schale legt, daß Kühe, welche mit kalklosen Oelkuchen, Rüben, Branntweinschlempe ꝛc. statt mit kalkreichem Klee gefüttert werden, an Knochenbrüchigkeit leiden; wir haben früher schon, bei Gelegenheit der betrachteten Pflanzennahrung, die Bestandtheile derselben unterschieden. Die Menge der Speisen, je nachdem der Mensch in Nord oder Süd lebt, hängt allerdings immer von der Kälte und dem Sauerstoffe der Luft ab, wodurch das Athembedürfniß größer, die Zufuhr von Brennmaterial nöthiger wird; wie aber die Wirkung der Nahrungsweise auf den Gesammtausdruck des Menschen oder ganzen

Volkes nachzuweisen ist, soll nunmehr unsere Frage an die neuere Naturwissenschaft sein. Eine allgemeine Wirkung hat schon die vorherrschende Fleisch- oder Pflanzennahrung. Fleischesser sind muskulös, beweglich und kräftig, es wirkt ihre Nahrung so entschieden auf ihr Blutleben ein, daß eine melancholisch-cholerische Gemüthsstimmung bei ihnen vorherrschend wird, während Menschen, die an eine vegetabilische Nahrung hingewiesen sind, weniger muskelstark und von sanguinisch-phlegmatischer Stimmung erscheinen. Fleisch hebt Puls und Muth, Fruchtsäfte und Mehlspeise stimmen Blut und Muth herab, während der Genuß frischen Blutes roh, thierisch und verwildert macht. An der Wahl der Nahrung kann man aber auch die edlere oder unedlere Natur der Menschen erkennen; in der Wahl der Speise und in der Sitte, sich zu restauriren, gibt sich die höhere oder niedere Menschengattung kund. Kann es eine unedlere Speise geben, als Erde? Und gibt es wol rohere und gemeinere Menschen, als die Otomaken und Jaruren, welche ein berühmter Reisender, welcher diese Erdesser persönlich ihren fetten, dem Töpferthon ähnlichen Letten verschlingen sahe, den Auswurf der Menschheit nennt? Der Pflanzen essende Mensch nimmt schon eine höhere Stufe ein; war der Otomake roh, wie seine Speise, so drückt sich bei dem Pflanzenesser die Milde des Pflanzenlebens in seiner ganzen Natur und Erscheinung aus. Wo z. B. die Religion nur Pflanzenkost erlaubt, wie beim Hindu, da ist Geduld und Sanftmuth sein Charakter; der vorzugsweise von seinem Brotfruchtbaume lebende Insulaner der Südsee ist sanft und kindlich. Aber auch die vorherrschende animalische Nahrung, wie sie bei Jägervölkern aus Fleisch, Milch und Blut besteht, gibt dem Menschen einen einseitigen Ausdruck, er wird ungeduldig, beweglich, grausam, er hat das Naturgesetz ebenfalls nicht vollkommen erfüllt. Das Naturgesetz ist aber das Sittengesetz. — Neben den auf Pflanzenstoff hinweisenden Mahlzähnen gab die

Natur dem Menschen noch jederseits im Kiefer einen Fleischzahn; das ist ein Fingerzeig, was der Mensch essen soll. — Aber ist auch die Wahl aus beiden organischen Reichen eine gehörig gemischte, so gibt es doch auch in der thierischen Nahrung wieder eine Stufenleiter der edleren und unedleren Natur. Der unedle Mensch ißt unedle Thiere — die Naturwissenschaft ist auch eine Wissenschaft der Küche geworden. — Alle Menschen, welche niedere Thiere, wie Spinnen, Maikäfer, Ameisen, Schnecken, oder gar, wie die Indianer Perus, die Hottentotten und andere Stämme Afrikas, Kopfläuse- und Ungeziefer mit Begierde verspeisen, sind niemals edle Menschennaturen. Ebenso wie Geist und Gemüth, hat auch der Gaumen seine Schönheitsgesetze und die Chinesen geben ihren Mangel an wahrem Schönheitsgefühle nicht nur dadurch, daß sie dem abscheulichen Götzen des Fetisch opfern, sondern noch weit deutlicher dadurch zu erkennen, daß sie den widerwärtigen, stinkenden Trepang, dies wurmförmige, mit schildartigen Fühlfäden besetzte Scheusal ihres Meerwassers, als Leckerbissen verzehren. Civilisirte Völker haben einen instinctmäßigen Abscheu gegen unedle Thiere, die edlere Natur fühlt auch die edleren Thiere heraus, und es ist kein Zeichen höherer Menschenstufe, wenn der Mongole Ratten und Mäuse wie Schweine mästet und schlachtet und auf weißen Stöcken zu Markte trägt, wo sie als köstliche Speise für die Tische der chinesischen Mandarinen gesucht werden. — Wie lautet aber das Naturgesetz, was sich instinctmäßig in der edleren Menschennatur ausspricht? Es ist dasselbe Gesetz, dem selbst unbewußt die wilde Bestie des Urwaldes huldigt, nämlich niemals das Gleiche, sondern das Verwandte zur Speise aus der Thierwelt zu wählen. Das Raubthier verschmähet seines Gleichen, der Mensch den Affen, der Caraibe aber verspeiset seine gefangenen Feinde. Je edler die Menschennatur, um so mehr wählt sie Pflanzen- und Thierkost, um so entschiedener fühlt sie nur Appetit zu solchen Thieren, welche

von Pflanzen leben; — wie eine mildernde Freundin tritt dem Menschen auch hier die Pflanzenwelt nahe. —

Möge diese kurze Betrachtung dazu dienen, ein Beispiel zu geben, wie die neuere Naturwissenschaft keine todte Gelehrtensprache ist, sondern überall ihr geistiges Erkennen der Gesetze im Spiegel des Lebens anschauet. —

Im weiteren Kreise des Thierreiches hat die Zoologie viele Materialien für physiologische Erkenntniß geliefert. Die Mannigfaltigkeit der Gestalten und Wandlungen wurde auf einfache Grundphänomene zurückgeführt, man lernte ganze Reihen von Lebensgruppen als Entwicklungsstufen einer und derselben Art kennen, die Entwicklungsgeschichte und die nähere Erforschung der Eingeweidethiere enthüllte viele neue Wege der Stoff- und Gestaltmetamorphose, welche seither die Natur im Verborgenen betreten hatte, und wollen wir im ganzen großen Gebiete der Physiologie, dessen detaillirter Nachweis der letztjährigen Leistungen auch nur in der Uebersicht voluminöse Bände füllen würde, den Hintergrund und Charakter der Zeit bezeichnen, so müssen wir sagen, daß derselbe vorzugsweise darin besteht, alle anderen Gebiete der Naturwissenschaft, mögen sie Physik, Chemie, Mikroskopie, Formlehre &c. heißen, auf das organische Leben anzuwenden, um die geheimnißvolle, früher nur philosophisch angeredete Lebenskraft wenigstens in ihren Wirkungen zu erkennen und zur Sprache zu bringen. Und soll die neuere Physiologie einen Namen haben, wodurch sie sich vom früheren Jahrhundert unterscheidet, so muß sie die experimentielle genannt werden. —

Achter Brief.

Von keiner Wissenschaft kann man mit größerem Rechte behaupten, daß sie ganz und gar neu und vor hundert Jahren

auch noch nicht einmal in ihren rohesten Grundlagen vorhanden gewesen ist, als von der Wissenschaft, welche die Entwicklungsgeschichte unseres eigenen Erdbodens und die Ursachen seiner verschiedenen Massen- und Schichtenlagerungen, seiner Berge, Thäler, Meergrenzen, Landformationen, Erz- und Kohlenlager ꝛc. begreifen und nachweisen will. Der Grund und Boden, worauf wir Menschen leben, wirken, fühlen und hoffen, der Schauplatz unserer Leidenschaften, Tugenden und Sünden war bis vor etwa 70—80 Jahren um so mehr ein Geheimniß geblieben, als man ihn nicht einmal einer wissenschaftlichen Betrachtung würdigte und sich in der vermeintlichen unübersehbaren Mannigfaltigkeit seiner Gesteine und Unordnung ihrer Lagerung nicht zurechtfinden zu können wähnte.

Aber — ruft der Laie verwundert — der Mensch ist, nach biblischer und wissenschaftlicher Versicherung, das letzte Geschöpf der Erde und erst in diese Welt gekommen, als die Erde die heutige Gestalt, dieselben Pflanzen und Thiere trug, deren Gattungen ihn heute noch umgeben — wie kann der spätgeborene Mensch des neunzehnten Jahrhunderts wissen, was nach Mosis Zeitrechnung vor 6000 Jahren auf dieser Erde vorging, lebte, blühte, starb, wogte und fluthete? Was weiß der jetzige Naturforscher davon, wie damals die Natur beschaffen gewesen ist? —

Vor 6000 Jahren? — wiederholt der heutige Geognost — wenn es nur Das wäre! — Nein, die Wissenschaft weiß genau Rechenschaft darüber zu geben, was vor vielen hunderttausend Jahren auf dieser Erde vorging, sie vermag die damals gelebt habenden Pflanzen und Thiere zu zeigen in ihren Resten, aus ihrer Organisation die physikalischen Bedingungen ihres Daseins nachzuweisen und die Zeitdauer und Folge ihres Auftretens anzugeben; sie hat gelernt, in den untereinander liegenden oder aufgeschlagenen Schichten der Erdrinde ebenso genau, wie in den Blättern eines alten historischen Buches zu lesen — sie kennt die Ur- und Vorwelt, durch

Rückschlüsse von der Gegenwart wirkender Kräfte auf ihre Vergangenheit, durch Ursache und Wirkung ewig gleichbleibender Gesetze, aus der Beschaffenheit der Erdformen und den unzähligen Ueberresten früherer Naturkörper.

Warum vermochten das frühere, jenen Urzeiten näher liegende Jahrhunderte nicht? — Warum mußte erst in der zweiten Hälfte des vorigen 18ten Jahrhunderts Werner, der Professor der Bergmannswissenschaft zu Freiberg, die vorzüglichste Anregung zu einer aufmerksamen Betrachtung des Erdbodens geben? Nicht nur, weil damals die wissenschaftliche Bekanntschaft mit den nur einstweilen geographisch aufgefundenen fernen Welttheilen eine kaum nennenswerthe und höchst oberflächliche war, sondern weil überhaupt die Naturwissenschaft die letzte Entwicklungsstufe der Menschheit ist, die gerade in unser gegenwärtiges Jahrhundert fällt. Die Culturgeschichte unseres Geschlechts hebt mit der materiellen Erkenntniß an, dann erwachte die Poesie, darauf die Religion, sodann die Philosophie und endlich die Naturforschung als herrschende Geistesrichtung.

Als einst Werner die Erdrinde zu deuten suchte, glaubte er im Wasser die große Macht der Gestaltung zu finden und er huldigte dem Neptun als dem Vater der Erde; man nannte deswegen seine Ansicht den Neptunismus. — Die großen Reisen, welche aber im Anfange dieses Jahrhunderts Humboldt und Buch unternahmen, erhellten auf einmal den Blick über die Bildungsweise der Erdrinde, man sahe nicht nur, daß der feurige Naturgeist der Unterwelt, Pluto, sondern auch der glühende Vulkan mitgeholfen hatten, die Erdrinde zu formen, daß aber die früher vermeintliche Mannigfaltigkeit der Gesteine und Lagerung gar nicht existire, im Gegentheile in allen Welttheilen eine große Gleichmäßigkeit derselben vorhanden sei, also auch eine und dieselbe gemeinschaftliche Ursache über alle Theile des Erdbodens gewirkt haben müßte. —

Damit begann aber die eigentliche Wissenschaft von der Erdbildung und unsere Geognosie, erst etwa vierzig Jahre alt, stützt sich auf den unwiderlegbaren Grundsatz: „Eine gemeinschaftliche, gleiche Ursache wirkte auf allen Punkten der Erde zur Bildung ihrer festen Masse — die Erdrinde besteht aus einer verhältnißmäßig nur geringen Anzahl von Gesteinen, deren Arten und Lagerungsschichten an den verschiedensten Punkten der Erde gleich sind. Nur Pflanzen und Thiere sind verschieden.“

In Amerika finden wir dieselben Gesteine und Erdschichten wie in Europa und Asien; das forderte die Naturwissenschaft auf, die durchgreifende Ursache zu suchen. — Aber nicht wie heute konnte der Erdboden zu früheren Zeiten gestaltet sein, unsere, circa 9,260,000 □Meilen große Erdoberfläche, von welcher ungefähr 6,200,000 □Meilen Wasser und nur 2,060,000 □Meilen Land sind, verhielt sich in früheren Jahrtausenden anders, die Grenze zwischen Land und Meer war eine verschiedene, festes Land entstand, verging wieder und tauchte von Neuem in anderen Gestalten auf. —

Ich will es versuchen, einen Grundriß dieser neuen und mit so vieler Sicherheit sogleich aufgetretenen Wissenschaft zu skizziren und auf dem Hintergrunde und Fundamente ihrer Lehrsätze zugleich die Blicke in die Landschaften werfen, welche eine vergleichende Forschung enthüllte. Die neue Wissenschaft lehrt Folgendes:

Die Erde war einst glühend — das Wasser einst heißer Dampf, welcher den feurigen Kern umgab (Komet.) Sie ist im Inneren noch heute glühend und nur an ihrer Oberfläche abgekühlt. Die Tropenhitze erstreckte sich einst bis zum Nordpole hinauf, dort liegen noch die damaligen Palmenwälder und Elephantenherden begraben; — mit je 120 Fuß Tiefe steigt im Erdboden die Wärme um einen Grad, was also auf acht

Meilen schon 1800 Grade (wo bereits das Eisen flüssig ist) auf 12 Meilen schon 2700 Grade beträgt, wo alle bekannten Stoffe geschmolzen sein müssen. Die Vulkane, welche mit diesem glühenden Erdinnern in directer Verbindung stehen, werfen glühende Massen durch ihre Krater (Sicherheitsventile) aus, während auf Island die Geyser Säulen von siedendem Wasser in die Höhe treiben und viele heiße Quellen des Erdbodens auf die Gluth der Tiefe hinweisen. — Freilich war es dem Menschen noch nicht gestattet, von seinem mittleren Platze auf der Erde in bedeutende Tiefen oder auf entsprechende Höhen vorzudringen; man lernte die Gesteine nur bis zu 20,000 Fuß Höhe und gegen 3000 Fuß Tiefe kennen (vom Meeresspiegel ab gerechnet) aber dennoch genügte diese Höhe und Tiefe, deren Extreme 52,337 Fuß oder $2^1/_2$ deutsche Meile zwischen sich liegen haben, um die ganze Dicke der Erdrinde mit dem Geiste zu erkennen.*) Und der Halbmesser der Erde beträgt doch 859 Meilen.

Folgen wir der neueren Wissenschaft weiter. — Der glühende Erdkern mit seinem heißen Wasserdunstkreise, gemischt mit den Dämpfen geschmolzner Mineralien, kühlte sich in Jahrtausenden allmälig an seiner Oberfläche ab, die am schwersten schmelzbaren Verbindungen, wie kieselsaure Thonerde, Magnesiathonschiefer, schlugen in feinblättrigen Krystallen aus dem Dunstkreis nieder, setzten sich auf der kühleren Oberfläche des Kerns der Erde an und bildeten um denselben eine schwache Kruste, welche zuerst den Feuerkörper von der Dampfatmosphäre

---

*) Der tiefste Schacht ist der Eselschacht bei Kuttenberg (3548 Fuß); das Bohrloch bei Rehme hinter Minden ist 2100 Fuß tief und das Wasser kommt mit 100 Grad Wärme, also kochend, zu Tage. Die größte, gemessene Meerestiefe, ohne Grund zu finden, betrug nahe bei St. Helena 25,896 Fuß. Humboldt kam auf dem Chimborago 18,216 — Boussignoult 18,616 Fuß hoch, — die Spitze des Kichinjinga beträgt 26,437 Fuß und doch ist diese Höhe nicht mehr, als der siebenhundertzwanzigste Theil des Erdhalbmessers. (Vergl. meine Schrift: Die Schöpfungstage. (Leipzig, Weber.)

trennte. Es ist der erste Anfang der Erdrinde, — die Schieferschicht, welche deshalb über die ganze Erde verbreitet ist und überall angetroffen wird, wo nicht spätere Flötzbildungen sie unerreichbar bedecken. — Sie hielt die innere Gluth mehr von der Atmosphäre ab, der Dampf verdichtete sich hier und da zu heißer, tropfbarer Flüssigkeit — dem ersten Anfange des späteren Meeres — Pflanzen und Thiere konnten auf diesem, aus Thon und Glimmerschiefer und Gneiß bestehenden, ersten und dünnen Erdboden noch nicht existiren, denn der Schieferboden war heiß, das Wasser kochend, die Luft war Dampf. — Daher findet man keine Spur von Versteinerungen in dieser Schicht. Das heiße Wasser lösete aber auf dieser öden Fläche viele chemische Verbindungen wieder auf, namentlich kiesel-, kohlen- und schwefelsaure — sie schlugen sich mit zunehmender Abkühlung in neuen Verbindungen als feste Stoffe auf dem Schiefer nieder, das heiße Meer spülte auch davon wieder einen Theil fort und setzte den Schlamm in körnigen Schichten an (Sandstein); so entstand die zweite Schicht, die Grauwacke, aus Schiefer- und Sandsteinbildung bestehend. Inseln konnten aus dem Meere noch nicht hervorragen, der Dampf schlug sich auf die kühler werdende feste Erdrinde als Wasser nieder und bedeckte sie. —

Nunmehr erlitt diese wasserbedeckte, gleichförmige Rindenkruste der Erde bedeutende Störungen. Der erhärtende Thon bekam Risse und Spalten, es drang Wasser hinein, dasselbe stürzte auf die glühende Masse des Erdkörpers, es entstand eine Dampfexplosion, die geschmolzene Mineralmasse folgte aufschäumend dem durchbrechenden Dampfe und hob die Grauwacke und den Schiefer so hoch empor, daß er an den Durchbruchstellen über das Meer ragte und die ersten Inseln bildete, während die aufgestürzte feurige Lava allmälig erkaltete und als Granit zurückblieb. — (So entstanden z. B. Theile von England, Schottland, Schweden, Harz, Hundsrück, Sachsen, Böhmen).

Von jetzt an war die Erdrinde uneben geworden, Insel und Meerestiefe hatten ihre erste Anlage gefunden. — Der trockengelegte Inselboden (obgleich damals noch 30 Fuß tiefer mit seinem Wasserspiegel als jetzt) bedeckte sich allmälig mit organischer Natur; Landthiere konnten noch wenig oder gar nicht leben, weil die Atmosphäre zu warm und zu stark mit Kohlensäure gesättigt war, die aber nunmehr der ersten Pflanzenwelt zum schnellen, riesigen Emporwuchern dienlich wurde. Das Meer war so weit abgekühlt, daß schon Seethiere darin leben konnten. Die ersten Pflanzen waren im Meere entstanden, es waren Algen und Seetang, von denen uns über 24 Arten versteinert bekannt wurden; ihre angehäuften, durch Meereswogen zusammengetriebenen und von späteren Feuerrevolutionen verkohlten Reste bilden den Anthrazit und Graphit; wenn wir mit Bleistift schreiben, so thun wir das mit den verkohlten Seealgen früherer Jahrtausende, mit den ersten Pflanzen der Erde. Aber auch jetzt noch besitzen wir die Reste der damaligen ersten Seethiere, Polypen, Strahlthiere, Schnecken, besonders eine niedere Krebsart, Trilobiten, welche die ersten Meeresufer belebten. — Auf den Inseln wucherten riesige Sumpfpflanzen, Conferven, Schachtelhalme, baumhohe Calamiten, palmhohe Farrenkräuter, Bärlappen, Siegel- und Schuppenbäume, deren Exemplare wir noch in guterhaltenen Resten kennen lernten, gleich den in den Sümpfen wohnenden Schildkröten und Eidechsen. — Da, wo jetzt Clausthal hoch auf dem Harzgebirge liegt, oder in Sachsen, Oberschlesien — da findet man in der Erde die Grabstätten der einstigen Schachtelhalme, baumhohe, gegliederte Röhren, am Gipfel mit kätzchenartigen Aehren. — Die Natur schuf aber nur niedere Pflanzen, mit parallelrippigen Blättern, nirgend ist eine Spur von netzrippigen Laubblättern (vgl. Brief VII) vorhanden. — Allmälig schritt die Entwicklung der organischen Natur fort, Jahrtausende lang hintereinander verwesende Pflanzengenerationen bil-

deten eine beträchtliche Humuslage, den Kohlenstoff hatte die Atmosphäre theilweise an die Pflanzenbildung abgegeben, die Hitze wurde milder, das Thierleben dadurch mehr möglich. Es bildeten sich dichte Uferwaldungen, Torfmoorlager, das Land hob sich dadurch höher, unzählige Granitfelsenklippen ragten aus dem Meere hervor und bedeckten sich allmälig mit Pflanzenerde. Unser Deutschland war damals noch eine Inselgruppe — Rheinland, Thüringen, Westphalen, Sachsen, Schlesien, Böhmen, Mähren wurden als kleine Inseln dargestellt. Von allen deutschen Städten liegen nur Halle und Brünn auf Stellen, die damals schon Inselland waren, über alle anderen Städteplätze fluthete noch das Meer, in welchem schon gewaltige Haifische und raubgierige Ganoiden mit eckigen Schmelzschuppen lebten. Dieser Zustand mag Tausende von Jahren gedauert haben. —

Aber eine neue Revolution hub an. Neue Feuermassen durchbrachen die Inseln und Meeresgründe und ihre glühende Lava erkaltete allmälig als Grünstein und Porphyr. Wilde Stürme mußten mit diesem gewaltigen Ereignisse verbunden sein, denn riesenhafte Bäume wurden wie Halme gebrochen, das Meer kochte und brausete von Neuem, überfluthete alle Inseln und die ganze Pflanzenwelt wurde begraben, alle Thiere starben in den heißen Sturmfluthen. Dies feuchte, heiße Grab hatte für unsere Gegenwart eine bedeutsame Folge. Die vom Wasser begrabenen, zusammengeschwemmten und hochaufgeschichteten Wälder wurden von Hitze, Wasser und Luft allmälig zersetzt; wo sie unter hohem Wasser, ohne Luftzutritt, lagen, blieben sie aber unversehrt erhalten — die Wogen wühlten langsam an den vernichteten Inseln und dem emporgedrungenen, leicht verwitternden Porphyr, schlemmten das Abgespülte als rothen Schlamm über die niedergeworfenen Wälder und bedeckten dieselbe, mit Quarz gemischt, als ein rothes Leichentuch. —

Die begrabenen Wälder jener Inseln sind unsere Steinkohlen; ihre Leichendecke das sogenannte Rothliegende. Sie müssen über 500,000 Jahre alt sein und wo man beim Nachbohren auf das Rothliegende stößt, da kann man gewiß sein, Steinkohlenlager darunter zu finden. Die Steinkohle besteht aus den Resten jener alten Urwälder, von Erdöl und Asphalt getränkt und durch Hitze und Druck verkohlt, oft entzündet. Viele Theile dieser alten Wälder wurden aber auch so gut erhalten, daß man jetzt noch die Pflanzenformen und Arten wiedererkennen konnte, von denen man weit über 700 Arten classificirt hat. Das sogenannte Rothliegende, aus sandigen Gemengen, Thonstein, Porphyrschlamm, Schieferthon, Kohle und Kalk bestehend, bildete nun, nach dem Untergange der Inseln und Wälder, die vom Meere überfluthete neue Erdoberfläche. Erdbeben von furchtbaren Stürmen begleitet, wütheten fort, jedoch der Bildungstrieb der Erde ruhete nicht, es drängte die Kraft nach neuem Erdboden, neuer organischer Natur, aber sie mußte dafür erst andere Zustände von Meer und Luft schaffen. — Die Stürme schwiegen, das Meer nagte und zerstörte zwar immer noch an den Felsen und Schlammlagern der neuen Gestade, aber ruhig, auflösend, verwitternd und wieder ablagernd auf die vom Wasser bespülten Flächen. In dieser Zeit der Ruhe bildete sich in den großen Meerbusen, welche damals namentlich Rußland durchschnitten, sowie die Stelle des jetzigen West- und Norddeutschland einnahmen und gegen England hin sich öffneten, ein Niederschlag von aufgelöstem Porphyrschlamm, Kupferschiefer ab, zwischen diesen feinen und leichten Schlamm lagerten sich Kalk, Mergel und Sand und es trat damit die Periode der Zechsteinbildung ein, eine reine neptunische Schöpfung, zu unterst einen graulichweißen Sandstein, dann einen bituminösen Mergelschiefer mit reichem Kupfergehalte, darauf zu oberst den eigentlichen Zechstein, einen thonigen, dichtgelblichen, rauhen, in Flachmuscheln brüchigen Kalk,

Kalkmergel und Gyps darstellend. Damit traten neue Inseln über die Oberfläche des Urmeeres hervor, namentlich als Kupferschiefer in Rußland, wo jetzt das Gouvernement Perm liegt, wo diese neue Erdoberfläche viele tausend Quadratmeilen bedeckte, während der Zechstein in Deutschland, höchstens 4—900 Fuß dick, mehr vereinzelte Inseln bildete, wie z. B. in Thüringen, in der Harz- und Mansfelder Gegend. Die Natur lagerte hier für die spätnachkommenden Menschengeschlechter Schätze nieder, denn im Zechstein finden wir vorzugsweise die Erze. — Die Erz- oder Metallgänge, welche Gegenstand des Bergbaues sind, entstanden dadurch, daß die Erdrinde bedeutende Spalten erhielt und in diese die Erze, als Sublimate, aus den heißen Metalldämpfen sich niederschlugen und die Spalten ausfüllten. —

Langsame, durch keine Orkane gestörte Meeresablagerungen veranlaßten Zustände von Bodeh und Atmosphäre, welche eine neue, organische Schöpfung bedingten. Jede Schicht der Zechsteinperiode hat ihre eigenen Pflanzen, jede muß also einmal lange Oberfläche gewesen sein. Die Pflanzenschöpfung ist aber im Vergleich zur Steinkohlenzeit, sehr arm zu nennen, denn ihre erhaltenen Reste lieferten wenig über 100 Arten. Es waren immer noch die alten Gattungen, baumartige Farren, Schachtelhalme, Schuppenbäume, Nöggerathien mit farrenartigen Wedeln und gefiederten Blattrippen — auf dem Rothliegenden wuchs besonders ein Farrenbaum, Psaronius, dessen verkieselte Stämme noch in der goldnen Aue am Kyffhäuser (ehemals ein Meerbusen) gefunden werden. Sternblättrige Annularien, Seetange und Nadelholz charakterisiren diese Pflanzenwelt. Sie war das letzte Aufblühen der verschütteten Steinkohleninseln, die Natur brachte aber nur einen ärmlichen Nachwuchs früheren Reichthums hervor, so auch in der Thierwelt, wo eidechsenartige Proterosauren aus dem Dickicht der Schachtelhalme hervorschlichen, um in den Meerbusen die zahlreichen, gestreift-

schuppigen Fische zu erjagen, wo sich aber auch Haien und dickköpfige Pygopteren befanden, während die Meerestiefe unzählige Muschelthiere, Nautilen mit langen Fangarmen barg und auf den Felsen die ästigen Hornpolypen baueten. —

Die Erde strebte in ihrer Entwicklung weiter. Das Meer wogte von Neuem, um diese noch niedere Natur wieder zu begraben. — Es tritt das Streben ein, das zerrissene Inselland zu einem continentalen Festlande zu vereinigen. Der Archipel der Erdoberfläche hatte ein feuchtes Inselklima, hohe Wärme, trüben Wolkenhimmel, keine Berge und Thäler. Es mußten aber Wolken, Winde, Licht, Wärme, Berg und Ebene anders vertheilt werden, wenn eine höhere organische Natur ihre Lebensbedingungen finden sollte, dazu schritt der Schöpfer durch gewaltsame Mittel. Die Erde kochte auf, das Meer überfluthete Inseln und Meerbusen und begrub sie mit einem rothen Schlamm, welcher das Land vergrößerte, Meerbusen und seichte Stellen ausfüllte und alle Thiere und Pflanzen tödtete. Da wir die Skelette der Seefische in diesem erhärteten Schlamme meist in gekrümmter Lage finden, so schließt die Wissenschaft auf einen gewaltsamen Tod, wahrscheinlich durch Kupferdämpfe, die das heiße Wasser durchdrangen. — Dieser Schlamm ist der rothe Sandstein, welcher zuerst in der Gegend abgelagert wurde, wo jetzt die Vogesen liegen, die er mit Schwarzwald, Hundsrück und Odenwald zu einem Festlande vereinigte. Es ist ein Gemenge von Sand, Thon, Schieferletten, abwechselnd gelb, grün, weiß, braun und schwarz, bald bröcklich oder in Schichten, wie der Roggenstein, mit feinen, Fischroggen ähnlichen Körnern besetzt. — Die eben erwähnte Vereinigung der seitherigen Inseln, von den Vogesen bis Odenwald, gab die erste Bildung des späteren, europäischen Festlandes. Ueber diesen Sandstein lagerte das Meer eine Schicht Muschelkalk, der z. B. Harz und Thüringen zu einem zusammenhängenden Lande verband, darauf end-

lich eine, aus Sand und Mergel bestehende Schicht, Keuper genannt. Alle drei Lagen begreift die Wissenschaft unter dem Namen Trias. Jede Schicht war eine lange Zeit hindurch Oberfläche, also auch mit organischer Natur belebt gewesen. Aus dem jungen Boden der drei Schichten trieben neue Pflanzen hervor, aber die Schöpfung blieb arm, immer noch an die Vorbilder der älteren Steinkohlenzeit gefesselt, die alten Gattungen wucherten wieder auf, jedoch der Wolkenhimmel war heller geworden, sie traten mehr in das Tageslicht. — Namentlich aber hatten sich zu den baumhohen Farren noch mehr Nadelhölzer gesellt, sowie eine ganz neue Art, die Zapfenbäume (Cycadeen), welche in der Mitte zwischen Farren und Nadelbäumen stehen und von ersteren die Wedel, von letzteren die Zapfenfrüchte hatten. Es war also ein Fortschritt in der Pflanzenwelt geschehen, zumal gleichzeitig noch drei neue Formen auftraten, namentlich die riesigen Binsendickichte der Paläoxyris, dem Wohnorte einer entsetzlichen Krokodilart, der Labyrinthodonten, welche da, wo jetzt Harz und Thüringerwald liegen, beutesuchend an den Küsten umherschlichen. Ueberhaupt hatte die Natur in dieser Zeit viele große Amphibien hervorgebracht, um sie, als eine aufsteigende Stufenfolge zu höheren Thierformen, später wieder zu begraben. So findet man gegenwärtig noch, z. B. im bunten Sandsteine bei Hildburghausen, die Fußtapfen der Rieseneidechse Chirotherium, während der spätere Muschelkalk überaus reich an Versteinerungen von Seethieren, Enkriniten, Austern, Kammmuscheln, Ammonshörnern, Nautilus, scheibenförmigen Ceratiten, neben langschwänzigen Krebsen, Schwaneneidechsen mit Flossenfüßen 2c. angetroffen wird. Aermer schon war die oberste Keuperschicht — hier war das Meerleben vor dem anwachsenden Landleben bereits zurückgetreten, das Amphibienleben daher vorherrschend. —

Die vom bunten Sandsteine, Muschelkalke und Keuper nur schwach zum Festlande verbundenen Inseln sollten aber nach

dem Plane der Natur noch mehr befestigt und vergrößert werden. — Die bildende Thätigkeit des Oceans wirkte langsam fort, um Buchten und Meerbusen auszufüllen, neue Inseln mit dem neuen Continente zu vereinigen und die Küsten zu ebenen. Das Meer lagerte sandige, kalkige, thonige und mergelige Wasser ab, welche sich über dem Keuper ausbreiteten und oft (z. B. in Nord- und Süddeutschland) eine Dicke von 500—600 Fuß erreichten. Die Engländer nannten diese Schicht Lias; sie füllte namentlich den Meerbusen des heutigen Thüringen aus, half England, Frankreich, die südlichen Pyrenäen, Schweiz, Tyrol, Polen, Schweden, Afrika ꝛc. bilden. Rasch entwickelte sich auf ihr eine neue Vegetation; zwar tauchte die ärmliche Pflanzenwelt der Keuperzeit wieder auf, aber daneben wuchsen über 150 neue Arten von Meergewächsen, Riesentange und viele Landpflanzen empor. Der dunkle Kalk des Lias wurde aber wieder vom Meere überschwemmt, es entstand eine neue Schicht, brauner Jura genannt, oder, wie die Engländer sagen: Oolith, Roggenstein, indem die aus Thon und Sandstein bestehenden, dunkelbraun gefärbten, eisenhaltigen Ablagerungen von Fischroggen ähnlichen Körnern durchsetzt erscheinen. Die Zeit dieser Ablagerung muß sehr lange gedauert haben, das beweiset ihre Mächtigkeit, und das Meer muß dabei in großer Ruhe gewesen sein und gleichmäßig auf der Oberfläche überall abgelagert haben, daher die große Verbreitung auf der Erde. Aber eine neue Schicht lagerte sich im Laufe der Zeit darüber, eine Wasserbildung und Schlammablagerung, charakterisirt durch hellen, an der Luft weißwerdenden Kalkstein und versteinerte Korallen. Man nennt sie weißen Jura, die Engländer sagen Wälden (weil sie diese Schicht in den Wäldern von Tilgate und Hastings vorherrschend fanden) und auch die deutsche Wissenschaft gebraucht wol die Bezeichnung: Wälderformation dafür. Alle drei Schichten aber, Lias, brauner und weißer Jura werden gemeinschaftlich als Juraperiode begriffen,

sogenannt, weil man diese Bildung am Juragebirge besonders ausgebildet findet. Sie half bedeutend mit, die Inseln zum Festlande zu vereinigen, z. B. vom Rheinufer bis zur Donau und Regensburg.

Die organische Natur jeder dieser drei Schichten war, wie ihre aufgefundenen Reste beweisen, durchaus mit reicherem Thier- als Pflanzenleben repräsentirt. Die Liasoberfläche war zahlreich belebt von Pentakriniten und anderen Polypen, Muscheln, Schnecken, neuen Fischarten, wie Monostichiern und den Lepidotinen, kräftigen, großen Fischen mit dicken Schmelzschuppen, welche den Meerdrachen und den in stillen Buchten lauernden, krokodilartigen Mysteriosauren zur Beute wurden. — Die Meerdrachen, Ichthiosaurus und Plesiosaurus, waren 30—40 Fuß lange Ungeheuer, ohne Schuppen, nur mit einer lederharten Haut bekleidet, und aus dem Orte und Umfange ihrer Gräber erkannte man den Kreis ihrer Heimath.

Die Pflanzenwelt des Liasbodens bestand aus Meergewächsen, Zapfenbäumen, Nadelhölzern, Farren, welche zum ersten Male netzrippige Wedel hatten, als erste Andeutung künftigen Laubholzes. Die neue Oolithdecke des Bodens erweckte auf den Gräbern der obengenannten Pflanzen und Thiere ein noch reicheres Leben. Die mannigfaltigsten Polypen halfen durch ihre Korallenstöcke und ihren Kalkbau die Landmasse vergrößern, das Meer lagerte neuen Schlamm darauf und vollendete die Flächenvergrößerung des Bodens. Seesterne, Seeigel, Rochen, Schallenfische und Krebse belebten die Meere, der feine Schlamm, welchen das Wasser absonderte, bildete den lithographischen Stein, wie er namentlich bei Solenhofen gefunden wird. Zugleich flatterten aber auch die abscheulichen Pterodactylen, halb Eidechse, halb Fledermaus und Vogel, über Land- und Wasserfläche, um die schwärmenden Fliegen zu erhaschen, die plumpen Megalosauren lauerten am Ufer auf Schildkröten und kleinere Eidechsen, Krokodile tauchten aus Meer und

Dickicht auf, aber an den Gestaden schwärmte zum ersten Male eine mannigfaltige Insectenwelt, Fliegen, Grillen, Schmetterlinge und Käfer. Die Pflanzenwelt war ebenfalls reicher; zwar traten die netzrippigen Formen des Liasbodens wieder zurück, aber dafür fanden sich andere, mit gabelig getheilten Blattrippen ein, die Zapfenbäume und Nadelhölzer waren mannigfaltiger und unseren heutigen Gattungen ähnlicher, an 180 Arten von Pflanzen gaben der Oolithlandschaft den eigenthümlichen Charakter. — Auf dem weißen Jurakalk schritt die organische Natur langsam in der Entwicklung fort. Neue Gliederthiere, neue Arten von Fischen, Belemniten, Igel und Haarsterne belebten das Meer, Korallen bauten in großen Stöcken, aber alle Lilienenkriniten, welche frühere Perioden durch ihre Gegenwart bezeichnen halfen, sind sämmtlich verschwundeu, ebenfalls die Labyrinthodonten auf dem Festlande, an deren Stelle neue krokodilartige Amphibien, neben Schildkröten und Eidechsen, zum Dasein gekommen sind. Einen ganz besonderen Charakter hatte aber die Pflanzenwelt erreicht; seit Untergang der Steinkohlenperiode war wieder ein bestimmter, specifischer Ausdruck der Gewächse ausgeprägt, namentlich durch die eigenthümlichen Zapfenpalmen, unter denen das Flügelblatt (Pterophyllum) mit breitgefiederten Wedeln, ferner die Zapfenkolbe (Zanites) mit ähnlichen Blättern und Zapfenfrüchten im Gipfel, sowie auch die Pandaneen, mit großen Kugelfrüchten auf Stämmen mit hoch über dem Boden beginnenden Luftwurzeln, einen zwar phantastischen, aber eintönigen Urwald bildeten. Diese Zapfenpalmen waren die schlanken, hohen Vorläufer der späteren Palmen. Aber in der Blüthenbildung hatte es die Natur noch nicht weit gebracht, ihre Blüthen sind noch einfache Schuppen, welche den Blüthenstaub bedecken. —

Eine neue, heftige Erdrevolution vernichtete aber auch diese Schöpfung wieder. Feuer und Sturm entfesselten die Bildungskräfte; die Umwälzung war eine allgemeine, denn ihre Spuren

bedecken alle Welttheile in gleicher Weise. Namentlich war aber Europa lange Zeit gänzlich vom Meere bedeckt, Pflanzen und Thiere gingen zu Grunde, das unterirdische Feuer nahm seine Richtung gegen das jetzige mittlere Europa, wo jetzt das Erzgebirge liegt, dasselbe fand dabei seine Entstehung und die drei großen Inseln, Deutschland, Frankreich und England, wurden vom Meere bedeckt. Dasselbe lagerte die Kreide ab, oft in 6—900 Fuß dicken Schichten, ein Gemenge von kohlensaurem Kalk, Kalkstein, Mergel und Thon. Das Wasser verlief allmälig, es schlugen sich nach unten und oben Hils (graue Thonmasse) Quadersandstein und Kreide, mit Feuerstein gemengt, übereinander. Eine ärmliche Vegetation brachte zwar der neue Kreideboden hervor, aber neben den Algen, Gräsern, Zapfenbäumen, treten zuerst Palmen, Weiden, Wallnuß und Birken auf. Nicht mehr Farren, sondern Laubholz (Dicotylen) bildete von jetzt an den Wald. Reich ist das Thierleben; ein ungeheuter Infusorienreichthum herrschte im Meere, ihre Leibhüllen bilden ganze, als Kieselguhre und Bergmehl bekannte Sandlager und Steinmassen, womit sie den Erdboden vergrößern halfen; — desgleichen die infusoriellen Gehäusethiere, Foraminiferen genannt; ein Pfund Kreide enthält oft an 10 Millionen solcher Thiere. Die Mannigfaltigkeit der Amphibien und Insecten war um die Zeit verschwunden, noch gab es keine Vögel und Säugethiere, aber das oceanische Leben war vervielfacht. Eine ungeheure Anzahl Knochen- und Knorpelfische, Eckschupper und Cephalopoden war in den verschiedenartigsten Gestalten vorhanden. Landthiere existirten erst wenig, dagegen lebte die sogenannte Maaseidechse an den Küsten des nicht vom Meere bedeckten Juragebirges, während das Meer zum ersten Male alle drei Fischarten unserer Gegenwart, nämlich Knochenfische, Knorpelfische und Ganoiden (mit viereckigen Schmelzschuppen) gleichzeitig beherbergte. Die Kreideinseln ragten als größere Gebirgsmassen über den Ocean her-

vor, aber noch waren Klima, Temperatur und Himmel mehr heiß und drückend, unsere heutigen großen Ströme waren damals noch große Küstenflüsse, noch gab es keine Jahreszeiten, ein unterschiedloses Tropenklima herrschte noch überall auf der Erde.

Aber auch diese organische Natur wurde mit ihrem Kreideboden wieder begraben. — Gewaltige Feuerausbrüche drangen durch die Erdrinde, überall brachen die Vulkane hervor und die allmälig erkaltenden, emporgetriebenen Massen sind dieselben, welche wir Basalt nennen. Die jetzigen Pyrenäen hoben sich empor und erschütterten dabei den europäischen Boden. So wurde namentlich das ganze Land von den Karpathen bis zum Teutoburger Walde neugestaltet, die vulkanische Aufregung trieb den Ocean empor, der nun alles Festland wieder überfluthete, die ganze Vegetation der Kreideinseln vernichtete und begrub. Wir finden heutiges Tages diese Pflanzen als Braunkohle wieder. Das Meer spülte viel Sand zwischen die Kohlen der verschütteten Gewächse und es entstand daraus ein grober, lockerer Sandstein, Molasse genannt, wovon diese ganze Schicht der Erdrinde ihren Namen erhielt. Abermals begannen vulkanische Ausbrüche, die Alpen entstanden, das feste Land wurde nunmehr durch hohe Berge geschieden, die erste Spur von Klima zeigte sich, freilich immer noch tropisch, denn wo z. B. jetzt Böhmen liegt, da standen Palmenwälder, und in den hier gegrabenen Braunkohlen finden sich Abdrücke von Palmenblättern und Lorbeeren. Die entstandenen Berge veranlaßten aber doch ungleiche Wärme und verschiedene Pflanzengruppen je nach der Höhe ihres Standortes. — Es waren noch große Meerbusen und Landseen vorhanden, welche das Wasser allmälig durch Ablagerung auszufüllen suchte; das geschahe zunächst mit absterbenden Pflanzen und Thon, dann mit grobkörnigem Kalke, endlich mit Thon, Kieselsand und Mergel des süßen Wassers. Daher unterscheidet die Wissenschaft Braunkohle, Grobkalk und Tegel-, d. h. Süßwasserformation. (Da

viel Thon darunter ist und dieser in Oestreich Tegel heißt, so belegte man diese dritte, obere Schicht der Molasse mit diesem Namen. —) Solche große Wasserbecken, die von Grobkalk und Tegel gefüllt wurden, lagen gerade da, wo jetzt London, Paris, Mainz und Wien stehen, deshalb werden hier in dem sogenannten Becken dieser Oerter die unzähligen Versteinerungen von Süßwasser- und Landconchylien gefunden.

Eine neue, organische Natur hatte sich auf dem Molasseboden entwickelt; das Luft- und Landleben kam zur Geltung. Die Sumpf- und Meerungeheuer der Jurazeit waren verschwunden, dafür aber hatte die Natur riesige Landthiere geschaffen und auch die ersten Vögel traten auf. Die Waldungen bestanden noch aus Zapfenbäumen, Fichten, Cypressen, Taxus, neben Palmen, Eichen, Birken, Kastanien, Pappeln, und ein wucherndes Haidekraut bedeckte den neuen Boden. Eine Unzahl von Insecten bewohnte diese Waldungen (deren Kiefern im späteren Untergange und Verkohlungsprocesse den Bernstein lieferten) aber es gab noch keine klimatische Vertheilung der Insecten, welche z. B. in Deutschland um jene Zeit bunt durcheinanderschwärmten, in allen Arten, welche gegenwärtig in verschiedene Zonen und Erdtheile getrennt sind. Der Bernstein in Amerika schließt dieselben Pflanzen und Thierarten ein, wie der Bernstein Europas. — In den Flüssen lebten aber auch noch Haifische, Robben und mehre Flossensäugethiere; riesenhafte Dinotherien, mit einem Rüssel und zwei, nach unten gekrümmten, gewaltigen Stoßzähnen, wohnten z. B. am Ufer des Rheins, während ein ganz ähnliches Geschöpf, Toxodon, in Amerika lebte. Unter den Landsäugethieren zeichneten sich die Riesenmostodonten (Mammuth) aus, die in ungeheurer Anzahl in Sibirien begraben liegen, wo damals ein heißes Klima herrschte und man jetzt noch wohlerhaltene Exemplare jener Riesenthiere aus dem Eise gräbt, während ihre Hauzähne als Elfenbein in den Handel kommen. — So lebten auch in ganz Deutschland, Frank-

reich ꝛc. gleichwie im gesammten übrigen Europa, Elephanten, Paläotherien (halb Schwein, halb Tapir) Pferde mit Hinterklauen, Tiger, Stiere; Löwen, Hirsche, Riesenfaulthiere und Höhlenbären; solche wilde, von den jetzigen gleichnamigen Arten sich unterscheidende Thiere bewohnten unseren deutschen Boden, den Palmen, Lorbeeren, Cypressen, aber auch schon die Vorläufer der Jetztzeit, Eichen, Birken, Ulmen, Buchen und Pappeln bewaldeten.

Noch war die Natur nicht am Ziele; sie vernichtete abermals, um die Riesenthierwelt zu begraben, das Land zu vergrößern, den Erdboden für eine künftige Menschheit vorzubereiten. Wiederholte Basaltdurchbrüche hatten hohe Berge gebildet, das Klima zeigte schon eine geringe Verschiedenheit, offene Vulkane erhielten die Bedeutung von Sicherheitsventilen, damit die festen Landstrecken nicht wieder aufgerissen würden von den aufkochenden Feuermassen der Erdtiefe. Die letzte große Revolution hub an, eine ungeheure Fluth bedeckte alles Festland und vernichtete die Riesenthiere, welche wir, Freund und Feind zusammengeschwemmt oder von der Fluth verfolgt, in Höhlen angehäuft finden. Niemals aber ist dazwischen ein Menschenknochen entdeckt worden, die Menschheit existirte um diese Zeit noch nicht. Die Fluth riß von Dalmatiens Granitküste große Steinmassen los und schwemmte sie, auf Eisschollen, bis zum funfzigsten Breitegrade hinunter und wir finden sie als sogenannte erratische Blöcke zerstreuet im Lande, während Süddeutschland von den Basaltblöcken, welche die Fluth von den Alpen riß, eine große Zahl zugeschwemmt erhielt. — Mit dem allmäligen Sinken der fluthenden Gewässer lagerte sich über die Erdoberfläche eine 200 Fuß dicke Schicht von Sand, Thon, Lehm, Mergel, Gerölle und Geschiebe hin — welche man Diluvium nannte und welche alle Riesenthiere, sowie die Tropenpflanzen der gemäßigten Zone für immer begrub.

Wichtig ist aber noch, daß **während** dieser Diluvialfluth der **Unterschied** von **warmem**, **gemäßigten** und **kalten** **Klima** auftrat, eine Tropenzone und ein Eispol, deren Contrast **plötzlich** entstanden sein muß, da sonst die unzähligen Palmen und Elephanten, welche in Sibiriens Erde liegen, nicht davon überrascht sein würden. —

Hiermit schließt die Wissenschaft die große Epoche der Vorwelt ab. Die **Epoche der Menschheit** beginnt; klimatisch getrennte Pflanzen und Thiere — **dieselben** Arten, welche uns noch gegenwärtig umgeben, traten auf dem neuen, nach Jahrtausenden wieder trocken gelegten Erdboden auf, die Naturkräfte ruheten zwar noch nicht, aber Angesichts der Menschheit wirkten sie langsamer und friedlicher. Auf den Höhen in Asien, Amerika, Afrika, Europa wurde **gleichzeitig** die **Menschheit** geboren, aber die **asiatische** wurde zuerst eine **bewußte** und mit ihr begann die Geschichte und Cultur. Das aufgeschwemmte Land, welches seit dem Dasein der Menschheit sich über die Diluvialbodenfläche gelagert hat und noch alltäglich durch Wasser, Verwesung, Verwitterung und atmosphärische Niederschläge sich bildet und **Alluvium** genannt wird, ist im Vergleiche zu früheren Schichten der Erdrinde ganz unbedeutend, trotzdem, daß schon 6000 Jahre dazu beigetragen haben. Die Gestalt des Bodens hat sich seitdem nicht geändert, die Naturkräfte sind schonend in ihrer Macht geworden und seit dem Aufblühen der Naturwissenschaft beugen sie sich dienstbar vor dem Geiste des Menschen. —

Das ist die allgemeine Skizze der Grundanschauung unserer neuesten, aber auch um so zuversichtlicheren Wissenschaft, der Geologie und namentlich der Bildungsgeschichte unseres Erdbodens. Diese geognostische Erkenntniß wäre aber nicht möglich und zu der Sicherheit ihrer Rückschlüsse und Folgerungen fähig geworden, wenn nicht alle anderen Fächer der neueren Naturwissenschaft durch ihre eigene thatsächliche Ent-

wicklung hätten mitwirken können. Physik, Chemie, Thier- und Pflanzenkunde waren die sicheren Führer auf dem vorweltlichen Gebiete einer Natur, die uns nur ihre zerfallenen Reste zurückließ, aber dennoch lebendig und anschaulich wurde dem Blicke der Wissenschaft unseres Jahrhunderts. — Deshalb kann Humboldt sagen: „der Geolog blättert in den Schichten der Erde und liest die Geschichte der Schöpfung; seine Lettern sind die Versteinerungen.“ —

Aber noch einer Wissenschaft haben wir zu gedenken, die nicht minder den letzten funfzig Jahren bedeutende Erweiterungen verdankt. — Es ist die Astronomie. Schon in früheren Briefen mußte ich Manches aus diesem Gebiete des menschlichen Wissens heranziehen und es wurde bereits bemerkt, wie die schon lange vor der christlichen Zeitrechnnng in der Alexandrinischen Schule gepflegte Astronomie erst im funfzehnten Jahrhundert mit genialer Erleuchtung den Weltraum und dessen ewige Gesetze erschloß und mit ihrem Lichte die Entdeckungsbahnen eines Columbus und Copernicus erhellte.

Die letzten funfzig Jahre, welche ein reiches Erbtheil der letzten Jahrhunderte überliefert bekommen hatten, vermochten namentlich durch die Verbesserung der raumdurchdringenden Instrumente ihre Entdeckungen zu erweitern — der Fortschritt der neueren Zeitperiode charakterisirt sich deshalb im Gegensatze der früheren Epochen, nicht durch Auffindung großer Gesetze und mathematischer Beweise, sondern durch Entdeckung neuer Himmelsgegenden, früher unbekannter Weltkörper und genauere Anschauung der Gestirne selbst. — So wurden im Anfange dieses Jahrhunderts vier neue Planeten (Ceres 1801 von Piazzi, Pallas 1802 von Olbers, Juno 1804 von Harding und Vesta 1807 von Olbers) entdeckt — aber die neueste Zeit fand deren noch mehr. Henke entdeckte 1845 die Asträa, und 1847 die Hebe, Kind in demselben Jahre Iris und Flora, wir kennen sogar schon 23 dieser sogenannten Asteroiden; — ein wahr-

hafter Triumph der Wissenschaft war aber die 1846 geschehene Auffindung des Neptun, dessen Dasein lange bereits vorher ehe ihn ein menschliches Auge gesehen hatte, vom Geiste erkannt worden war, indem Leverrier aus gewissen Störungen, welche der Uranus auf seinem Umlaufe erlitt und welche den mathematischen Gesetzen (insofern dieselben nur auf die bekannten Beziehungskräfte im Planetensysteme gegründet waren) nicht entsprachen, auf Gegenwart und Einwirkung eines noch unbekannten Weltkörpers schloß und sogar aus Berechnung der Störungen oder Abweichungen des Uranus den ungefähren Platz angab, wo der vermuthete Planet schweben müsse und wo ihn dann auch Gall sogleich auffand. —

Zu den neueren Ansichten der Astronomie gehört auch die fortschreitende Bewegung der Sonne im Weltraume und zwar nach einem im Sternbilde des Herkules liegenden Punkte hin. Das führte auf die Vermuthung einer Centralsonne, nach der noch gesucht wird, sowie zu der Aufgebung der früheren Ansicht von Fixsternen, zumal man mindestens über 4000 sogenannte Doppelsterne beobachtete, meist nur aus zwei Sonnen bestehend, welche sich um ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt drehen und die Blicke in die Welt der Fixsterne bedeutend aufgeklärt haben. Man ist nämlich zu der Ueberzeugung gekommen, daß alle Sonnen eine unübersehbare Zahl besonderer Systeme darstellen; wo ein System einem anderen, dieses wieder einem anderen höherer Ordnung angehört und unser ganzer sichtbarer Sternenhimmel ein solcher System-Complexus ist. Man glaubt, unser eigenes, untergeordnetes Sonnensystem liege ziemlich in der Mitte des Sternenhimmels, dem wir angehören, dessen Gestalt linsenförmig sei und wodurch es sich erkläre, das wir in der Richtung der oberen oder unteren Wölbung unserer Weltinsel weniger Sterne erblickten, als in der Richtung nach dem Linsenrande, wo wir die Sterne tiefer hintereinander geschichtet und als schimmern-

den Randstreifen, Milchstraße, anschauten. — Die in unseren Himmel hereinscheinenden Nebelflecke, welche in den stärksten Fernröhren sich als Sternhaufen auflösen, hält man für andere Sterneninseln ferner Welträume, mit eigenen Centralsystemen. — So war es auch ein Streben der Neuzeit, bei der schärferen Vervollkommnung der Instrumente, die Parallaxe, d. h. die Entfernung der Sonnen und möglicherweise diejenige Sonne herauszufinden, welche unserer die nächste sei. — Noch ist aber keine Fixsternentfernung mit Sicherheit beobachtet worden, die Linie unseres Erdbahndurchmessers, 44 Millionen Meilen, verschwindet noch immer als ein Punkt, wenn man von ihren beiden Enden aus die Schenkel eines Dreieckes ziehen wollte, dessen Spitze im Fixsterne liegt, auf welchem trigonometrischen Wege allein Entfernungen unerreichbarer Körper gemessen werden können. Aus der seitherigen Unmöglichkeit, ein solches Dreieck für das schärfste Instrument sichtbar zu machen, kann man mit Gewißheit schließen, daß der nächste Fixstern über 4 Billionen Meilen entfernt sein muß, also mindestens 200,000 Erdhalbmesser, und das Licht drei Jahre braucht, um zu uns zu gelangen. Was ist aber diese Entfernung gegen die eines Nebelfleckes, dessen Lichtschimmer einen Weg von 33,000 Billionen Meilen in 25,000 Jahren zurückzulegen hat, um uns von seiner Gegenwart zu überzeugen! Deshalb können Sterne längst untergegangen und erloschen sein, deren letztes Licht noch Tausende von Jahren zu uns strahlt, solange es unterwegs ist. — Arago behauptete, daß die Entfernung eines Fixsterns wirklich gefunden worden und dies der mit 61 bezeichnete Stern im Sternbilde des Schwans sei; sein Licht solle 10 Jahre gebrauchen, um uns zu erreichen; würde es plötzlich vernichtet, so sähen wir ihn noch 10 Jahre nach seinem Untergange. Da aber das Licht in jeder Secunde 77,000 Wegstunden durchläuft, ein Tag 86,400 Secunden hat, ein Jahr aber 365¼ Tage und diese drei Zahlen erst miteinander

und dann mit 10 multiplicirt werden müssen, um den Zwischenraum in Wegstunden (à St. = 4 Kilometers) ausgedrückt zu erhalten, welcher uns in gerader Linie von dem Stern 61 im Schwan trennt, dann darf die neueste Astronomie es sich zum Ruhme anrechnen, dergleichen Hoffnungen gemacht zu haben. —

Die großen Fernröhre der Jetztzeit und die raumdurchdringende Kraft ihrer Gläser müssen als vornehmste Mittel der neueren astronomischen Kenntnisse anerkannt werden und die vielen Tausende von Geldsummen, welche die Sternwarten brauchen, werden von den Resultaten völlig gerechtfertigt. — Diesen neueren Fernröhren verdankt die Wissenschaft die Entdeckung der Doppelsterne und der Thatsache, daß fast alle diese zweifachen Gruppen gegenseitig voneinander abhängig, daß sie meist farbige, um einen gemeinsamen Schwerpunkt sich drehende Systeme sind; eine genaue Messung dieser Umdrehung, in Verbindung mit einer Ausmittlung der wirklichen Entfernungen der beiden zusammengehörigen Sterne, wird zu einer mathematischen Kenntniß der Summe ihrer beiden Massen führen. Als Geometrie und Astronomie einst durch eine Reihe unbestreitbarer Schlußfolgerungen zu dem Ergebnisse gelangten, daß die Masse der Sonne 355,000 Mal größer, als die Masse der Erde sei, also die Sonne soviel wiegen würde, wie 355,000 Erden, da erstaunte die Welt. — Aber die Astronomie versichert, daß sie noch weit mehr leisten wird. Der Mensch, ein auf die kleine Warte der Erde gesetztes Geschöpf, bestimmte die Masse eines Gestirns, das sich seinen Augen als eine ungeheure Kugel darstellt, und durch seine Anziehungskraft, d. h. durch seine, von der Masse abhängige Wirksamkeit, alle Planetenbewegungen beherrscht. Jetzt handelt es sich auch darum, die Massen von Sonnen in anderen Systemen zu ermitteln, die sich in Entfernungen befinden, vor denen die Einbildungskraft erstarrt, von Sonnen, die dem Fernrohre nur einen Durchmesser

darbieten, den der einzige Faden eines Spinngewebes bedeckt. Da zeigt sich die Kraft der Wissenschaft in ihrer ganzen Erhabenheit. —

Mit den vervollkommneten Instrumenten findet die Astronomie ferner ein früher gänzlich unberührtes Feld für ihre Forschungen in den weiten und vielförmigen Nebelflecken. — Sie beobachtet mit Aufmerksamkeit und geschärftem Auge jede Veränderung in den Lichtnebeln und löset sie mehr und mehr in einzelne Sonnen auf. Aber auch innerhalb unseres eigenen Sonnensystems sind die Fernröhre nunmehr auf dunkle Stellen des Wissens gerichtet, auf die noch nicht gehörig erkannte Atmosphäre der Venus, ihre sehr hohen Gebirge, wovon sie, wie unsere Erde, bedeckt erscheint; auf die Schneeflecken des Mars, welche periodisch bald an dem einen, bald an dem andern Pole entstehen, jenachdem die Sonne sich in dieser oder jener Hemisphäre des röthlichen Planeten befindet. Man spähet auf die Aequinoctialgegenden des Jupiters und folgt den vor dem Blicke vorübergetriebenen Wolken, welche in einer Stunde über 96 Wegstunden zurücklegen und auf ungeheure Passatwinde der Jupiteratmosphäre schließen lassen; man untersucht den geheimnißvollen Ring des Saturn, zerlegt ihn in mehre Reifen, die zusammen 8000 Wegstunden vom Planeten entfernt, in einer Breite von 6000 Meilen und 500 Meilen Dicke, denselben umgeben — man gewann aus der fortgesetzten Beobachtung der Jupitermonde viele neue Aufschlüsse für die Gesammtwissenschaft,*) desgleichen aus dem Studium der Formveränderungen der Kometen, und was unseren Mond betrifft, so sind schon an

---

*) Der Kenntniß der Jupitermonde verdankt die Wissenschaft die erste astronomische Auflösung des Problems der Meereslänge, ferner die letzte Bestätigung des Copernicanischen Systems und der Keplerschen Gesetze, endlich die große Entdeckung der Aberration des Lichtes, die zugleich auf die Kenntniß von der Geschwindigkeit des Lichtes führte. —

2000 Berge genau gemessen worden, von denen zweiundzwanzig den Montblanc an Höhe übertreffen, einer, Dörfel genannt, sogar 22,800 Fuß hoch ist! —

Welche Wissenschaft vermöchte wol den Menschen directer an seine eigene Unendlichkeit und geistige Größe zu mahnen, als die Astronomie? Und hat jener Philosoph nicht vollkommen Recht, der da sagt: „zwei Dinge sind es, die den menschlichen Geist erheben und mit dem Göttlichen erfüllen — das moralische Gesetz in uns und der gestirnte Himmel über uns.“ — Wahrlich: die Naturwissenschaften erzählen die Ehre Dessen, der Himmel und Erde gemacht hat, und wie könnte dabei ihr Einfluß auf das Menschenleben nur ein zufälliger oder gelegentlicher sein? —

Ich schließe vorläufig meine Briefe; der Stoff derselben ist noch lange nicht erschöpft, das reiche, unübersehbare Gebiet gestattete mir nur einstweilen Andeutungen und Hinweisungen. Sollten diese Briefe aber Beachtung oder gar den Beifall finden, der den Schluß auf die gute Aufnahme einer Fortsetzung erlaubt, so werde ich in einem zweiten Bande die Lücken ausfüllen und den Kreis der Thatsachenschilderung erweitern, um die Naturwissenschaft der letzten funfzig Jahre noch mehr in einem getreuen, ausführlicheren Bilde darzustellen. —

Druckberichtigung.

Seite 302, in der Anmerkung ist, statt der dort falschen Angabe, zu lesen:
„Das Bohrloch bei Rehme hinter Minden ist 2100 Fuß tief und das Wasser kommt mit 26½ Grad Wärme (Réaumur) also circa 32½ Grad Celsius, zu Tage.“ —



